TUGAS AKHIR – ME 141501

DESAIN *HIGH RATE BLENDER HYDRAULIC POWER PACK UNIT* PADA *STIMULATION VESSEL* – STIM STAR BORNEO UNTUK *OFFSHORE OPERATIONS* BLOK DELTA MAHAKAM – KALIMANTAN TIMUR

Sahrul Abidin
N.R.P. 4214 106 010

Dosen Pembimbing

Ir. Hari Prastowo., M.Sc.
Sutopo Purwono Fitri., ST., M.Eng., Ph.D.

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016

FINAL PROJECT – ME 141501

DESIGN OF HIGH RATE BLENDER HYDRAULIC POWER PACK UNIT ON STIMULATION VESSEL – STIM STAR BORNEO FOR OFFSHORE OPERATIONS AT DELTA MAHAKAM AREA – EAST BORNEO

Sahrul Abidin
N.R.P. 4214 106 010

Advisor

Ir. Hari Prastowo., M.Sc.
Sutopo Purwono Fitri., ST., M.Eng., Ph.D.

Department of Marine Engineering
Faculty of Marine Engineering
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2016

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN HIGH RATE BLENDER HYDRAULIC POWER PACK UNIT PADA STIMULATION VESSEL – STIM STAR BORNEO UNTUK OFFSHORE OPERATIONS BLOK DELTA MAHAKAM – KALIMANTAN TIMUR

TUGAS AKHIR
Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Marine, Machinery And System
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

SAHRUL ABIDIN
N.R.P. 4214.106.010

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Ir. Hari Prastowo., M.Sc (.....)
NIP. 1965 1030 1991 02 1001

Sutopo Purwono Fitri., ST., M.Eng., Ph.D. (.....)
NIP. 1975 1006 2002 12 1003

SURABAYA, 29 JULI 2016

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN HIGH RATE BLENDER HYDRAULIC POWER PACK UNIT PADA STIMULATION VESSEL – STIM STAR BORNEO UNTUK OFFSHORE OPERATIONS BLOK DELTA MAHAKAM – KALIMANTAN TIMUR

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Marine, Machinery And System
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

SAHRUL ABIDIN
N.R.P. 4214.106.010

Disetujui Oleh

Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST., MT.
NIP. 1997 0802 2008 01 1007

Surabaya, 29 Juli 2012

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

Name : Sahrul Abidin
NRP : 4214 106 010
Dosen Pembimbing I : Ir. Hari Prastowo., M.Sc.
NIP. 1965 1030 1991 02 1001
Dosen Pembimbing II : Sutopo Purwono Fitri. ST.,M.Eng.,Ph.D
NIP. 1975 1006 2002 12 1003

Penggunaan teknologi *Hydraulic Power Pack Unit* dalam dunia Industri sekarang ini terus meningkat. Tidak hanya di Industri saja, *Marine*, *Onshore* dan *Offshore* juga menggunakan teknologi tersebut. Meningkatnya kebutuhan pelayanan *well service – offshore* di daerah Delta Mahakam membuat PT. Halliburton Indonesia sebagai *Service Company* meningkatkan *service* armadanya. Armada Kapal Type *Stimulation Vessel* – Stim Star Borneo direncanakan meningkatkan *service unit* dari *High Rate Water Pack (HRWP)* dengan *High Pressure Pump unit* ditambah *Gravel Pack Sand (GP)* dengan *High Rate Blender Unit. High Rate Blender* ini adalah unit yang berbentuk tabung *mixing blender* yang digerakkan dengan *hydraulic power*, baik motor pemutar, *sand screw*, *suction pump* dan *discharge pump* yang ter - *install* satu unit tersebut. Untuk itu penulis akan merencanakan *system* dan perhitungan spesifikasi *Hydraulic Power Pack Unit* untuk *High Rate Blender* tersebut. Perhitungan dimulai dari Kebutuhan Operasional, kemudian Desain Blok Diagram, P&ID, kemudian perhitungan – perhitungan system seperti *Head*, RPM, Diameter Pipa, Tebal Pipa, *Hydraulic Main Pump*, *Reservoir Tank* dan *Cooler*. Dimana Kebutuhan *Hydraulic Main Pump* adalah 950 kW dengan *Electric Motor* 950 kW sebagai *prime mover*. Hasil akhir desain dan spesifikasi ditampilkan berupa Layout dan Detail dalam format drawing pada lampiran.

Kata kunci *: Hydraulic, Power Pack, High Rate Blender, Stim Star Borneo.*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRACT

Name : Sahrul Abidin
NRP : 4214 106 010
1st Advisor : Ir. Hari Prastowo., M.Sc.
NIP. 1965 1030 1991 02 1001
2nd Advisor : Sutopo Purwono Fitri., ST., M.Eng., Ph.D.
NIP. 1975 1006 2002 12 1003

Application of Hydraulic Power technology in world industry today is still continue to increased. Not only in Industrial it's self, but in Marine, Onshore and Offshore also use these technologies. Requirement of service in well services - Offshore Delta Mahakam region makes PT. Halliburton Indonesia as a Service Company increase his fleet service. The Type Stimulation Vessel Fleets - Stim Star Borneo is planned to improve the service unit of High Rate Water Pack (HRWP) with High Pressure Pump unit plus Gravel Pack Sand (GP) and High Rate Blender Unit. Blender High Rate is a unit tubular mixing blender driven by hydraulic power, motors blender, sand screw, pump suction and discharge pump that's is installed unity. For that The authors will plan system, calculation and specifications of Hydraulic Power Pack Unit for High Rate the Blender. Calculations start from of Operasional Requirement Conditions, and continued with Design Block Diagram, P & ID, and also calculations of systems such as Head, RPM, Pipe Diamater, Pipe Thickness, Main Hydraulic Pump, Reservoir Tank and Cooler. Where The Requirement of Hydraulic Main Pump Power is 950 kW with Electric Motor as prime mover 950 kW. The final result of the design is show as Layout and Detail drawing in attachment.

Keywords *: Hydraulic, Power Pack, High Rate Blender, Stim Star Borneo.*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur saya ucapkan kehadirat Alloh SWT yang telah melimpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat serta salam tidak lupa saya ucapkan ke junjungan Nabi besar Muhammad Rosululloh SAW.

Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Maka dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- Bpk. DR. Eng. M. Badrus Zaman, ST.,MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan.
- Bpk. Dhimas Widhi H, ST., M.Sc. Selaku Dosen wali.
- Bpk. Ir. Hari Prastowo., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I.
- Bpk. Sutopo Purwono Fitri., ST.,M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II.
- Bpk. dan Ibu Slamet Basuki, orang tua saya yang selalu mendukung dan membiayai kuliah saya.
- Teman seperjuangan Lintas jalur Teknik Sistem Perkapalan angkatan 2014 semester ganjil.
- Serta seluruh orang yang mendukung terselesaikannya skripsi ini.

Semoga dengan selesainya Tugas Akhir ini dapat menambah wawasan serta ilmu yang bermanfaat bagi para pembaca sekalian.

Akhir kata terima kasih.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surabaya,
Penyusun.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.1.1. Motivasi

Penggunaan teknologi *Hydraulic Power Pack Unit* dalam dunia Industri sekarang ini terus meningkat. Tidak hanya di Industri saja, *Marine*, *Onshore* dan *Offshore* juga menggunakan teknologi tersebut. Hal ini menjadikan penulis sebagai mahasiwa Teknik Sistem Perkapalan – FTK ITS tertarik untuk lebih mendalami teknologi tersebut. Dalam Tugas Akhir ini permasalahan yang akan di bahas adalah *Hydraulic Power Pack Unit* untuk *High Rate Blender*.

Meningkatnya kebutuhan pelayanan *well service – offshore* di daerah Delta Mahakam membuat PT. Halliburton Indonesia sebagai *Service Company* meningkatkan armadanya pada *Production Enhancement (PE) Department*. PE Departemen yang memiliki armada Kapal Type *Stimulation Vessel* – Stim Star Borneo merencanakan untuk meningkatkan *service unit* dari *High Rate Water Pack (HRWP)* dengan *High Pressure Pump unit* ditambah *Gravel Pack Sand (GP)* dengan *High Rate Blender Unit. High Rate Blender* ini adalah unit yang berbentuk tabung *mixing blender* yang digerakkan dengan *hydraulic power*, baik motor pemutar, *sand screw*, *suction pump* dan *discharge pump* yang ter - *install* satu unit tersebut. Fungsi dari *High Rate Blender* ini adalah untuk mengaduk dan mencampur pasir, air dan bahan kimia yang berbentuk gel yang disebut *gravel pack* yang akan dipompakan *High Pressure Pump* ke *Well*. Dimana *Rate* dari Blander ini harus bisa menghasilkan *rate* atau debit aliran *gravel pack* tersebut sesuai

service yang dibutuhkan *well – well* area Delta Mahakam. Untuk itu penulis akan merencanakan *system* dan perhitungan spesifikasi *Hydraulic Power Pack Unit* untuk *High Rate Blender* tersebut.

Pada tugas akhir ini penulis akan merencanakan *Hydraulic Power Pack Unit* melingkupi *system, equipment* dan spesifikasi teknis dalam bentuk *Layout* dan *Detail Drawing.*

1.1.2. *Existing Condition*

Hydraulic Power Pack Unit untuk *High rate blender* ini akan di *install* di *Stimulation Vessel* – Stim Star Borneo dimana ketentuan kondisi sbb :

a. *High Rate Blender* akan di *install* pada *Main Deck*
b. *Hydraulic Power Pack Unit* akan di *install* pada *Compartement Tank* di dekat *Generator Set*
c. *Hydraulic Power Pack Unit* akan di desain menyesuaikan *system, space* dan *power source* yang tersedia di *Stimulation Vessel* – SSB
d. *Hydraulic Power Pack Unit* harus mampu menggerakkan *High Rate Blender* sesuai dengan kapasitas dan debit yang dibutuhkan untuk operasi *well service* di area Delta Mahakam – Kaltim

1.2 Perumusan Masalah

Perencanaan Desain dan Analisa Perhitungan ditujukan untuk menentukan *layout*, spesifikasi *equipment* dan *system* untuk *Hydraulic Power Pack Unit* tersebut maka diperlukan perhitungan analisa desain. Juga dilakukan perhitungan perkiraan biaya Instalasi *(Capital Cost)* sebagai latihan untuk menghitung biaya dalam suatu *project* atau pekerjaan.

1.3 Tujuan Skripsi

Secara umum pengerjaan Tugas Akhir ini nantinya bertujuan :

1. Melakukan perencanaan *hydraulic power pack*, perhitungan analisa *system*, spesifikasi dan *equipment hydraulic power pack unit*

1.4 Batasan Masalah

Untuk memperjelas proses pengerjaan dan mempermudah pemahaman dari masalah yang diungkapkan, maka berikut batasan masalah yang diperlukan :

1. Dalam Tugas Akhir ini nantinya yang direncanakan dan dihitung adalah *design*, *equipment* dan *system* untuk *Hydroulic Power Pack Unit* untuk *Stimulation Vessel* – Stim Star Borneo yang telah ditentukan.
2. System dan Equipment harus mengikuti atau *compatible* dengan system penunjang yang tersedia di *Stimulation Vessel* - SSB.
3. Perhitungan biaya hanya pada perkiraan biaya instalasi.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari pengerjaan Tugas Akhir ini adalah diharapkan mahasiswa atau penulis mampu dan memahami tentang perencanaan suatu *system hydraulic* dan diharapkan dijadikan acuan untuk desain dalam perencanaan *Hydraulic Power Pack Unit* untuk kebutuhan *Marine Operation* dan Industri,

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Hydraulic Power and System*

2.1.1 Sistem Hidrolis *(Hydraulic System)*

Sistem hidrolis adalah teknologi yang memanfaatkan zat cair, biasanya oli, untuk melakukan suatu gerakan segaris atau putaran. Sistem ini bekerja berdasarkan prinsip jika suatu zat cair dikenakan tekanan, maka tekanan itu akan merambat kesegala arah dengan tidak bertambah atau berkurang kekuatannya. Prinsip dalam rangkaian hidrolik adalah menggunakan fluida kerja berupa zat cair yang dipindahkan dengan pompa hidrolik untuk menjalankan suatu sistem tertentu. Umumnya, Sistem ini digunakan untuk memindahkan suatu komponen dari satu tempat ke tempat lain secara *mechanical energy* dengan menggunakan p*ressure energy* yang didapat dari : Sebuah pompa hidrolis yang digerakan secara mekanik *(engine)* mengakibatkan adanya aliran fluida, kemudian mengubahnya kedalam *pressure energy* dan *kinetic energy* didalam sistem hidrolis dan diubah kembali kedalam *mechanical energy* untuk bekerja. Sistem hidrolis ini dapat digunakan untuk *automation* (otomatisasi) dari sebuah sistim kerja dengan memanfaatkan torsi dan respon kerjanya. Rangkaian kerja system hidrolik terbagi menjadi 3 yaitu *working cylinder*, *control device* dan *power unit*.

2.1.2 *Working Cylinder*

Working Cylinder pada rangkaian *system* hidrolis ini adalah subsistem yang berfungsi melakukan kerja yang diperoleh dari *fluida* kerja. Yang termasuk dalam peralatan *working device* adalah

Motor hidrolis dan actuator. Sebenarnya secara umum *working cylinder* terbagi menjadi 2 yaitu:

1. Penggerak lurus *(Linear Motion Actuator)*
   - Silinder kerja tunggal *(Single Acting Cylinder)*
   - Silinder kerja ganda *(Double Acting Cylinder)*
2. Penggerak putar *(Rotary Motion Actuator)*
   - Motor Hidrolik *(Hydraulic Motor)*
   - *Limited Rotary Actuator*

2.1.3 *Control Device*

Control Device adalah peralatan *control* yang berfungsi mengontrol *system* atau lebih tepatnya mengontrol laju aliran fluida kerja. Dalam rangkaian ini yang termasuk peralatan *control device* adalah katup-katup dengan segala macam jenis klasifikasinya. Klasifikasi katup berdasarkan fungsinya antara lain :

- Katup kontrol arah *(Directional Control Valves)*
- Katup kontrol aliran *(Flow Control Valves)*
- Katup kontrol tekanan *(Pressure valves)*
- Katup searah *(non-return.valves)*

2.1.4. *Power Unit*

Power Unit atau Unit Daya dalam rangkaian hidrolis ini mencakup beberapa peralatan yang mendukung kinerja *system* antara lain *Electric* atau *Mechanical Motor, Gear pump, Diaphragm accumulator, Hydraulic pump*.

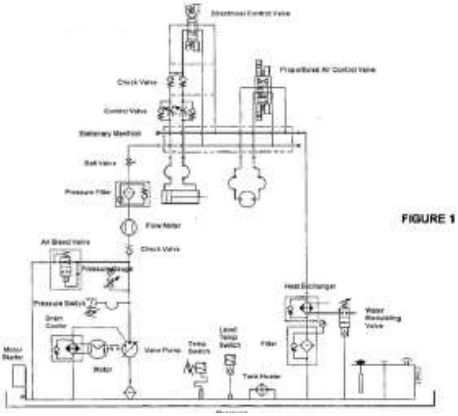
Secara garis besar macam dan jenis pompa hidrolik antara lain :

- Θ *Fixed Displacement Pumps* : Gear pumps, Screw pumps, dll.
- Θ *Variable Displacement Pumps* : Vane pumps, piston pumps, dll.

Tipe *Hydraulic Power Unit* tergantung pada *electric* atau *mechanical motor / pump, tank, relief valve, pressure gauge, return filter* dan *power unit controller*. Komponen tambahan pilihan antara lain *Accumulator, hydraulic motors, temperature controls* dan *motor starter*.

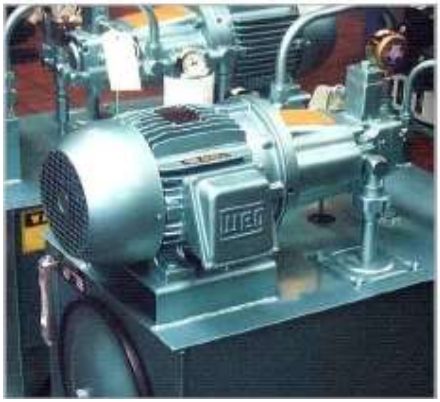
Menurut TDI *(Texas Department of Insurance) Hydraulic / Fluid Engineer*. Langkah – langkah untuk menentukan *type power unit* yang dibutuhkan adalah sbb :

a. Penentuan kebutuhan *system pressure* dan aliran (debit, kecepatan, kapasitas)
b. Penentuan *Type* pompa dan ukuran pompa
c. Pemilihan Daya HP *Electric* atau *Mechanical* Motor berdasarkan Grafik Performa Pompa, aliran dan tekanan yang dibutuhkan
d. Pemilihan Ukuran Tangki / *Reservoir* dan *type*nya
e. Penentuan kebutuhan untuk komponen tambahan



(Gambar 2.1 Contoh Rangkaian *Schematic Hydraulic Power Pack*)

(Sumber *: TDI's Bulletins Volume 1.* 2015)



(Gambar 2.2 Contoh *View Hydraulic Power Pack*)

(Sumber*: TDI's Bulletins Volume 1.* 2015)

2.1.5 Rumus Empiris

2.1.5.1 Rapat Massa Zat

Massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya.

$$\boldsymbol{\rho = \frac{m}{V}}$$

Keterangan :

ρ = rapat massa / massa jenis (kg/m^3)

m = massa (kg)

V = volume (m^3)

2.1.5.2 Berat Jenis Zat

Berat jenis adalah berat benda per satuan volume pada temperatur dan tekanan tertentu serta berat suatu benda adalah hasil kali antara rapat massa dan percepatan gravitasi.

$$\boldsymbol{\gamma = \rho \times g}$$

Keterangan :

γ = berat jenis (kg/m^2s^2)

ρ = rapat massa (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

2.1.5.3 Rapat Relatif Zat

Rapat relative zat adalah perbandingan antara rapat massa suatu zat dan rapat massa air, atau perbandingan antara berat jenis suatu zat dengan berat jenis air.

$$\boldsymbol{s = \frac{\rho cair}{\rho air}}$$

2.1.5.4 Viscositas Zat Cair

Kekentalan (viskositas) adalah sifat dari zat cair untuk melawan tegangan geser pada waktu begerak atau mengalir. Kekentalan disebabkan adanya kohesi antara partikel zat cair sehingga menyebabkan adanya tegangan geser antara molekul – molekul yang begerak. zat cair ideal tidak memiliki kekentalan. Adapun didalam satuan internasional **(SI)** satuan viskositas ditetapkan sebagai viskositas kinematik *(kinematic viscousity)* yang besarnya dipengaruhi oleh temperature (T).

$$\boldsymbol{\nu} = \frac{\boldsymbol{\mu}}{\boldsymbol{\rho}}$$

Keterangan :

$\boldsymbol{\nu}$ = viskositas kinematic (cm/s^2)

ρ = rapat massa / massa jenis (kg/cm^3)

$\boldsymbol{\mu}$ = viskositas dinamis (Pa.s/cm^2)

2.1.5.5 Hukum Pascal

Fluida yang mengalir jika diberikan tekanan, maka tekanan itu akan merambat ke segala dengan tidak bertambah atau berkurang kekuatannya. Persamaan dari Hukum Pascal adalah sebagai berikut :

$$\mathbf{P1 = P2}$$

$$\mathbf{F1/A1 = F12/A2}$$

Keterangan :

P = Tekanan (N/m^2)

F = Gaya yang bekerja (N)

A= Luas penampang (m^2)

2.1.5.6 Hukum Kontinuitas

Fluida yang mengalir melalui suatu penampang akan selalau memenuhi hukum kontinuitas yaitu laju massa fluida yang masuk $\dot{m}_{masuk}$ akan selalau sama dengan laju massa fluida yang keluar $\dot{m}_{keluar}$, maka Persamaan kontinuitas adalah sebagai berikut :

$$\dot{m}_{masuk} = \dot{m}_{keluar}$$
$$[\rho A v]_1 = [\rho A v]_2$$

untuk aliran fluida cair (tak mampu mampat), maka $\rho_1 = \rho_2$ sehingga :

$$[vA]_1 = [vA]_2$$
$$Q_1 = Q_2$$

Keterangan :

$Q_{1,2}$ = kapasitas fluida (masuk, keluar) (m^3/s)

$\rho_{1,2}$ = massa jenis fluida (masuk, keluar) (kg/m^3)

$A_{1,2}$ = luas penampang (masuk, keluar) (m^2)

$v_{1,2}$ = kecepatan aliran fluida (masuk, keluar) (m/s)

2.1.5.7 Hukum Bernoully

Fluida yang mengalir melalui suatu penampang saluran jumlah energi pada setiap titik pada sistem aliran fluida tersebut adalah *konstan*, maka Persamaan bernoully adalah :

$$P + {}^{1}/_{2}\,\rho v^2 + \rho g h = k$$

Keterangan :

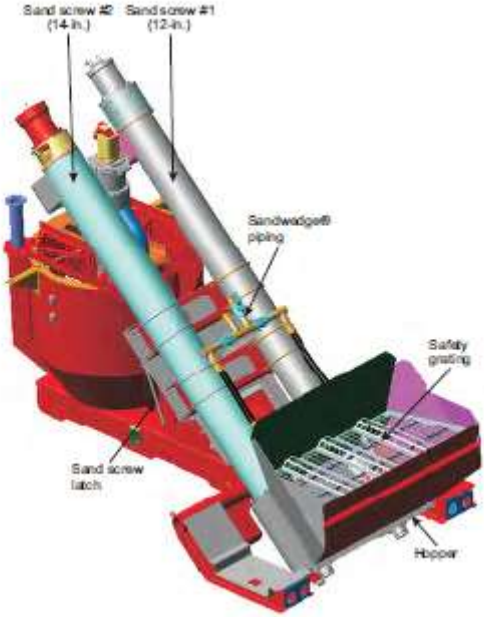
P = energi tekan *(Hidrostatic Energy)* (N/m)

${}^{1}/_{2}\,\rho v^2$ = energi kinetik*(Hydrodynamic Energy)* ($kg.s^2/m^3$)

$\rho g h$ = energi potensial *(Gravitational Energy)*

2.2 *High Rate Blender Manual Operations*

2.2.1 *Introduction*



Gambar. 2.3. *High Rate Blender Unit Overview 01*

(sumber : PT. Halliburton World. 2005. Doc.101380780)

High –Rate Blender (HRB) terdiri dari *casing - mounted blender* yang di desain untuk mecampur bahan campuran *fracturing*. Blender ini dilengkapi dengan pengaduk, pompa dan *dry-additive equipment* untuk meningkatkan kapasitas darI 10 s/d 1000 bbl/min. HRB di *design* untuk bekerja dengan *Liquid Management System* (LMS) unit, dimana unit ini paling banyak mengalirkan *liquid – additive*. HRB terdiri dari 5 bagian utama. Yaitu :

- *Tractor* atau *Mounting Casing*
- *Deck Engine (Power pack*)

- *Manifold, mixing tube* dan pompa centrifugal
- *Sand screw*
- *Control House*

Gambar. 2.4. *High Rate Blender Overview 02*

(sumber : PT. Halliburton World. 2005. Doc.101380780)

2.2.2 *Tractor / Casing Mounting*

Pada *type standar* untuk *onshore*, HRB memanfaatkan *horsepower tractor* sebagai penggerak *discharge centrifugal pump hydraulic*. *Closed – Loop hydraulic system* mengkompresi *hydraulic pump* yang terpasang/terkoneksi dengan PTO *tractor* unuk menjalankan motor yang ter*couple* pada *discharge centrifugal pump*.

2.2.3 *Deck Engine/Power Pack*

Deck Engine / Power pack terdiri dari *diesel engine, hydraulic pump, radiator aseembly, hydraulic cooler, hydraulic tank* dan *platform* untuk akses *maintenance. Deck engine / power pack* mensupply *power* untuk komponen – komponen seperti berikut :

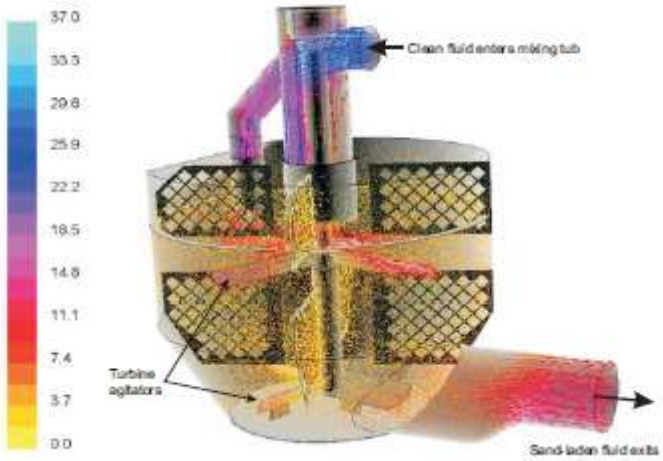
1. *Suction Centrifugal Pump*
2. *Sand Screw*
3. *Tub Agitator*
4. *Radiator Fan*
5. *Parallel system*

2.2.4 *Manifold, Mixing Tub* dan *Centrifugal Pump*

Manifold HRB meliputi :

- *Suction header*
- *Turbin flowmeter*
- *4 – dan 8 – in Tub level valves*
- *Tub bypass*
- *Discharge header*
- *Blow-down line*
- *Recirculation line*

Untuk *fleksibilitas* yang maksimum, 8 in *connection* dilengkapi dengan *suction* dan *discharge header* (*as well as the standart 4-in connection*). A 12 x 12 *Suction pump conveys clean fluid* ke dalam *mixing tub* dan A 10x12 *centrifugal transport slurry* (hasil campuran) ke *high – pressure pump*.



Gambar. 2.5. *High Rate Blender Tab*
(sumber : PT. Halliburton World. 2005. Doc.101380780)

2.2.5 *Control Cabin*

HRB Unit memiliki *control cabin* operator yang bertujuan untuk :

- Melindungi operator dari temperature berlebih dan kebisingan
- Control yang dilengkapi dengan ACE™ system komputer, *network (CAN) modules* dan perangkat elektronik lainnya.

Cabin Control Operator adalah unit utama *station operator*. Manual operation dapat dilakukan pada lokasi :

- *Electrical manual overrides* – Termasuk operation system pada ACE™ system computer
- *Hydraulic manual overrides* – Diluar pintu cabin

2.3 *Stimulation Vessel* – Stim Star Borneo

Gambar 2.6 Stim Star Borneo – Stimulation Vessel
(sumber : PT. Halliburton Indonesia. 2006. *Stimulation Vessel* - SSB)

Tabel. 2.1 Main Particular SSB – Stimulation Vessel

Region:	Southeast Asia
Total length (ft)	200
Total beam (ft)	66
Main engine horsepower (hp)	2,000
Cruising speed (kts)	7
Storage Capabilities:	
Above Deck:	

Acid (gal)	8,400
Additive (gal or lb)	7,437
Gel/completion fluid (bbl)	None
Gas (gal)	1,100
Bulk (cu ft)	N/A
Proppant (lb)	350,000
Below Deck:	
Acid (gal)	N/A
Additives (gal)	N/A
Gel/completion fluid (bbl)	4,000
Proppant (cu ft or lb)	N/A
Navigational Equipment:	
Thrusters (hp)	1,000
Dynamic positioning	No
Dynamic positioning type	L-3 Joy Stick Control

Pumping Equipment:	
Treatment line size (in.)	3
Treatment line length (ft)	350
Line pressure capability (psi)	15,000
Number of pumps	8
Max rate (b/m)	25
Max pressure (psi)	15,000
Below deck pump capability (gpm)	3ea 1,260

BAB III
METODOLOGI

Metodologi merupakan penentuan tujuan dan langkah pengerjaan tugas akhir. Metodeologi berfungsi sebagai kerangka utama untuk menjadi langkah penentuan dan pembahasan. Metode yang dipakai dalam Tugas Akhir ini adalah Perencanaan / Desain berbasis evaluasi system. Adapun langkah – langkah dalam metodologi pengerjaan Tugas Akhir ini antara lain :

3.1. Studi Literatur

Studi Literatur merupakan langkah awal dalam pengerjaan tugas akhir untuk mencari referensi dan bahan untuk dijadikan bahan analisa sesuai dengan referensi yang terpercaya sehingga mampu membantu pengerjaan tugas akhir. Studi literatur bisa diambil dari sumber referensi Dokumen atau Data Operasional, Buku Teknik, Catalog dan Jurnal terkait.

3.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan langkah berikutnya sebagai bahan mentah dari data yang dibutuhkan untuk pengerjaan tugas akhir. Pengumpulan data sangat penting agar pengerjaan tugas akhir merujuk dari data yang kita peroleh. Pengumpulan data harus dari sumber konkret. Pengumpulan data tersebut meliputi : Data Utama High Rate Blender, Data Spesifikasi Kapal SSB dan System yang tersedia, dan Data Spesifikasi Operasional.

3.3. Analisa Data dan *Operasional Requirement*

Setelah pengumpulan data, penganalisaan data dilakukan untuk perhitungan dan penentuan *operasional condition* sesuai dengan data sebelumny dan merupakan langkah berikutnya untuk mengolah data terperinci guna membantu pengerjaan tugas akhir. Analisa data dan operasional *requirement* dilakukan untuk menentukan parameter dan kebutuhan operasional tersebut berdasarkan data yang sudah dikumpulkan sebelumnya pada tugas akhir ini.

3.4.Pembuatan *Draft* Desain *System*

Pembuatan *Draft* Desain *System* meliputi Blok Diagram dan P&ID Diagram. Hal ini dilakukan karena perhitungan *system* dan desain harus sejalan. Dimana Blok Diagram menjelaskan *flow* diagram proses kerja *Hydraulic Power Pack*, dimana menjelaskan unit – unit apa saja yang menjadi user unit *hydraulic pump*. Sedangkan P&ID adalah desain system lebih spesifik yang menjelaskan alur system atau pipa, instrument – instrument dan unit – unit termasuk jumlah dan spesifikasi sebagai acuan untuk perhitungan system.

3.5. Perhitungan Sytem dan Spesifikasi

Dari Data Desain / Draft Desain sebelumnya dan Operasional Requirement maka dapat dilakukan perhitungan system. Dimana perhitungan system ini meliputi :

a) Perhitungan Head dan RPM Unit user
b) Perhitungan Penyesuaian RPM Motor Hidrolik
c) Perhitungan Diameter Pipa Unit User
d) Perhitungan Diameter Pipa *Hydraulic Main Pump*
e) Perhitungan Mateial dan tebal minimal Pipa
f) Perhitungan *Head Main Pump*
g) Kebutuhan *Hydraulic Main Pump*
h) Kebutuhan *Motor Electric (Driver)*
i) Kebutuhan *Reservoir Tank*
j) Kebutuhan *Cooler*

3.6. Desain Blok Diagram, P&ID, Spesifikasi System dan Equipment

Dari Desain dan Perhitungan yang sudah dilakukan maka Desain di check dan di fix-kan kemudian dilakukan pencarian unit yang tersedia di market sesuai dengan spesifikasi dan catalog ang tersedia.

3.7. Pembuatan Design Layout & Analisa Ekonomis

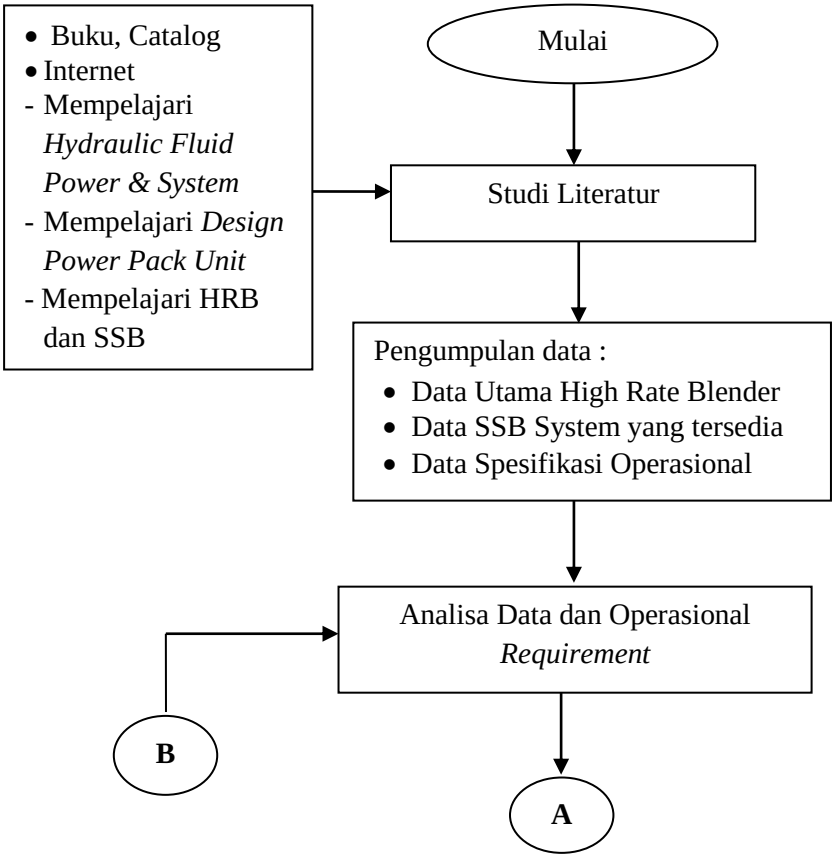
Desain System yang sudah memenuhi, maka akan dibuat Desain Layout yang diplotkan pada *General Arrangement* Stimulation Vessel – SSB sesuai dengan spesifikasi dan ukuran

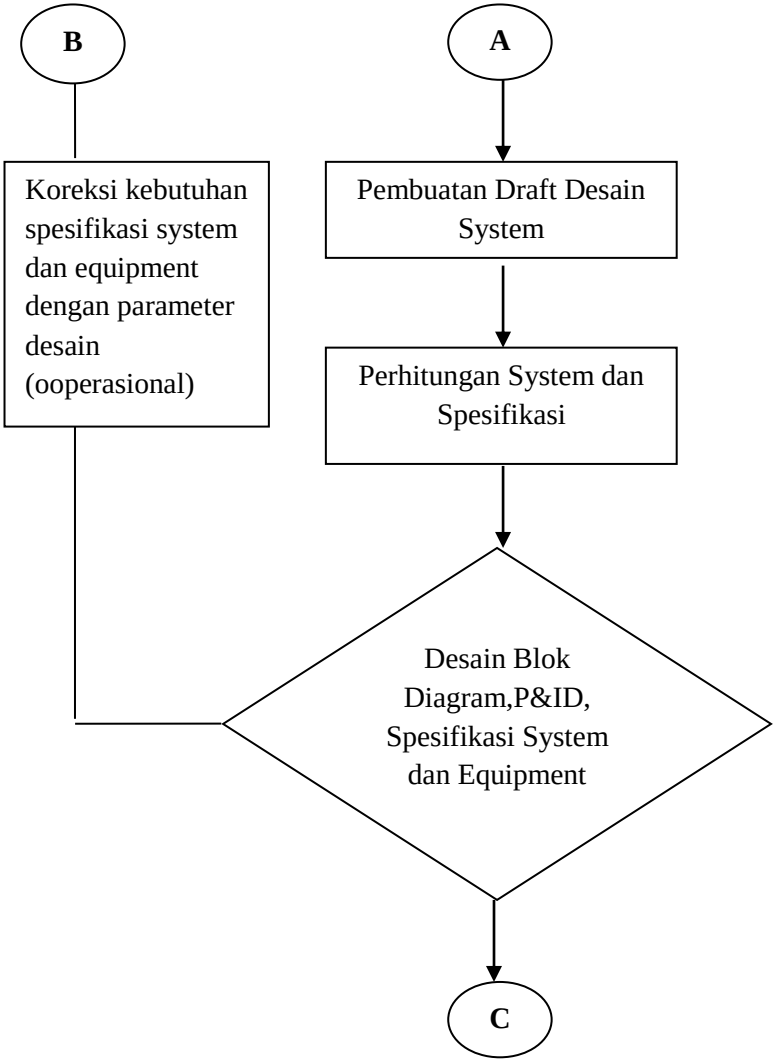
pada catalog sesuai standart drawing. Kemudian di lakukan analisa perhitungan ekonomis / biaya.

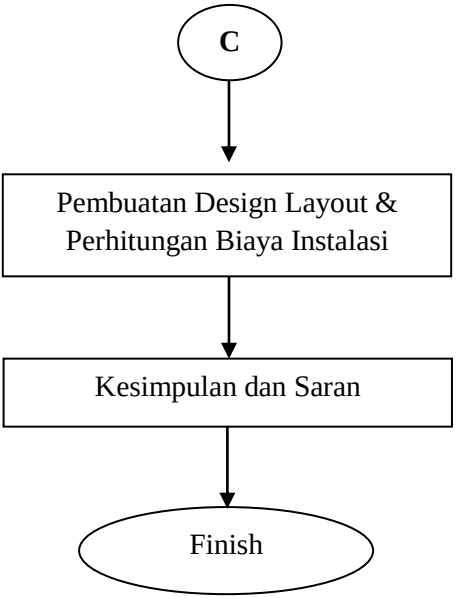
3.8. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan Saran dibuat berdasarkan seluruh aspek dalam pembahasan tugas akhir ini.

Berikut adalah flow chart dari metodologi yang telah disusun :




B
A
Koreksi kebutuhan spesifikasi system dan equipment dengan parameter desain (ooperasional)
Pembuatan Draft Desain System
Perhitungan System dan Spesifikasi
Desain Blok Diagram,P&ID, Spesifikasi System dan Equipment
C



Gambar.3.1 *Flow Chart* Penyelesaian Tugas Akhir

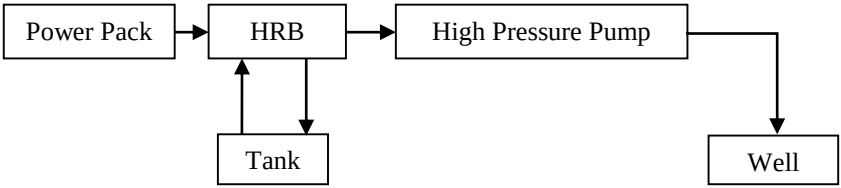
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV
PEMBAHASAN DAN ANALISA

4.1 Operasional Data dan Desain

Operasional desain dalam perencanaan *Hydraulic Power Pack Unit* berikut adalah sesuai dengan operasional Daerah Blok Delta Mahakam kalimantan timur. Data diperoleh dari PT. Total E & P Indonesia dan PT. Halliburton Indonesia – Balikpapan.

4.1.1 Data Operasional



Gambar.4.1 Flow Chart Diagram Operasional

Keterangan :

Hydraulic Power Pack digunakan untuk menggerakan HRB *(High Rate Blender)*, dimana HRB ini harus bergerak atau mampu beroperasional sesuai dengan kebutuhan *offshore operation*. Operasional HRB dibagi menjadi 3, yaitu :

a. ***Fluid Mixing Process*** : yaitu HRB digunakan untuk pembuatan campuran *gel fluid* atau *process fluid*. Kemudian dengan *suction* dan *discharge pump* yang ter-*install* di unit HRB, *process fluid* di pompa ke *process fluid tank*.

Tabel. 4.1. *Process fluid compotition of HEC 30# with sand*

No	Material	Conc/L	Unit
1	NaCl Brine 1.08 SG – Base Fluid	1000	ml/L
2	Proppant - Base Sand	500	gr/L
3	BA-20* - pH Buffer (acid)	0.1	ml/L
4	HEC-10 - Polymer	3.5971	gr/L
5	MO-67* - pH Buffer (caustic)	0.55	ml/L
6	NEA-96 - Surfactan	1	ml/L

(Sumber : PT. Total E&P Indonesia. 2015. DOS HRWP PK-J9)

b. ***Circulating Mixing Process*** : yaitu HRB digunakan untuk me – mixing ulang *process fluid* yang ada di *process fluid tank* dan kemudian kembali di pompa ke *process fluid tank*. Hal ini dilakukan untuk menjaga komposisi dan campuran *process fluid* dalam kondisi ideal.

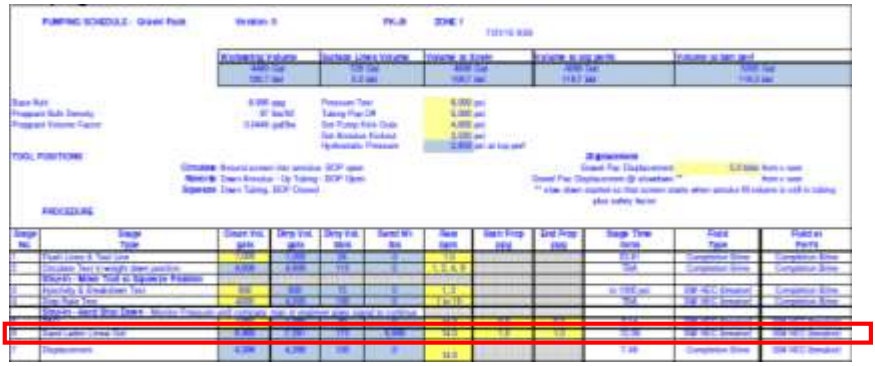
Tabel. 4.2 *Recirculating Data and Capacity Tank*

No	Description	Unit
1	Recirculating and Measure Viscocity	Every 15 minute
2	Capacity Process Fluid Tank	
	Process Fluid Tank 7 CP = 649 bbls	103.18275 m^3
	Process Fluid Tank 7 CS = 649 bbls	103.18275 m^3

(Sumber : PT. Total E&P Indonesia. 2015. DOS HRWP PK-J9)

c. ***Direct Discharge*** atau ***Direct Mixing Discharge*** : yaitu unit Pompa *Suction* dan *Discharge* HRB digunakan sebagai jalur *reservoir discharge* yang kemudian langsung terkoneksi dengan *suction pipe High Pressure Pump*. Pada kondisi lain juga didesain HRB digunakan pada kondisi ***Direct Mixing Discharge***. Yaitu Unit Pompa *Suction* di HRB memompa *Process Fluid* ke *Tab Mixing Blender* kemudian di mixing dan di pompakan ke *Suction pipe High Pressure Pump* menggunakan *Discharge Pump*. Kebutuhan debit *discharge* dari *High Pressure Pump* ke *Well* adalah **14 bbl/min**

Tabel. 4.3 *Pumping Schedule Zone 1 Data*



(Sumber : PT. Total E&P Indonesia. 2015. DOS HRWP PK-J9)

Dari 3 kondisi operasional diatas dapat didapatkan data sbb :

Tabel. 4.4 *Operasional Requirement*

No	Equipment /User	Requirement	Unit
A	**Fluid Mixing Process**	**Time per Mixing** **1xcap.tube/min** **As designed** **10.5 bbl/min** **or** **1670 Ltr/Min**	 **bbl/min** **Ltr/min**
1	Base Fluid ; LA Pump 1 / 2	200 ml/L x 1670 Lt 334 x10^3 ml = 334 Lt/min per pump	 Ltr/min
2	pH Buffer (caustic) Dry Additive 1	0.1 ml/L x 1670 Lt 167 ml = 0.167 Lt/0.5min per pump Or 0.334 Ltr/min	 Ltr/min
	pH Buffer (acid) Dry Additive 1	0.55 ml/L x 1670 Lt 918.5 ml = 0.9185 Lt/0.5min per pump Or 1.837 Ltr/Min	 Ltr/min
3	Polymer / Sand Sand screw 1 / 2	2000 gr/L x 1670Lt = 167 x10^4 gr = 3681 gr/0.5min per screw Or 1840.5 gr/min	 gr/min
4	Blender Turbin Agitator	Cap. 75-90 rev/min Input 90 rev/min	 rev/min
B	**Circulating Mixing Process**	**Every 20 minute**	
5	Suction Centrifugal Pump Max. Flow rate	Cap. Tank/time 649 bbls/20 min	

	100 bbl/min	32.45 bbl/min Or 5.192 m^3/min	bbl/min m^3/min
6	Discharge Centrifugal Pump Flow Rate 24 bbl/min at 500 rpm 138 bbl/min at 1000 rpm	Cap. Tank/time 649 bbls/20 min 32.45 bbl/min Or 5.192 m^3/min	 bbl/min m^3/min
7	Blender Turbin Agitator	Cap. 75-90 rev/min Input 90 rev/min	 rev/min
C	**Direct Mixing and Discharge**	**Req. 14 bbl/min** **Design (Sf = 1.5)** **Rate 21 bbl/min** **Or** **~ 3.35 m^3/min**	 bbl/min m^3/min
8	Suction Centrifugal Pump	$\geq$ 3.35 m^3/min	m^3/min
9	Discharge Centrifugal Pump	$\geq$ 3.35 m^3/min	m^3/min
10	Blender Turbin Agitator	Cap. 75-90 rev/min Input 90 rev/min	 rev/min

4.1.2 *High Rate Blender Motor* and *Pump Specification*

Tabel. 4.5 *Pump and Motor Specification*

No	Component	Pump	Motor	CIR	Max P	Max rpm
1	Suction Centrifugal Pump	Gorman -Rupp	Parker F11-150	9.15	5070	1250
2	Discharge Centrifugal Pump	Ingersoll-Dresser 10M234	Rexroth A2F500	30.51	5070	1000

3	Sand Screw 2	-	Eaton 750	45.76	3600	350
4	Sand Screw 1	-	Eaton 600	36.74	3600	400
5	Tub Agitator	-	Charlynn	40.6	3600	150
6	LA 1	Brookfield Waukesha 18	Parker M2	1.69	3000	600
7	LA 2	Waukesha 30	Parker M2	2.54	3000	600
8	Dry Additive 1	-	Rexroth	1.0	3000	180
9	Dry Additive 2	-	Rexroth	1.0	3000	180

Note :

- LA Pump and Dry Additive use adjust flow control.
- Pressure unit in PSI

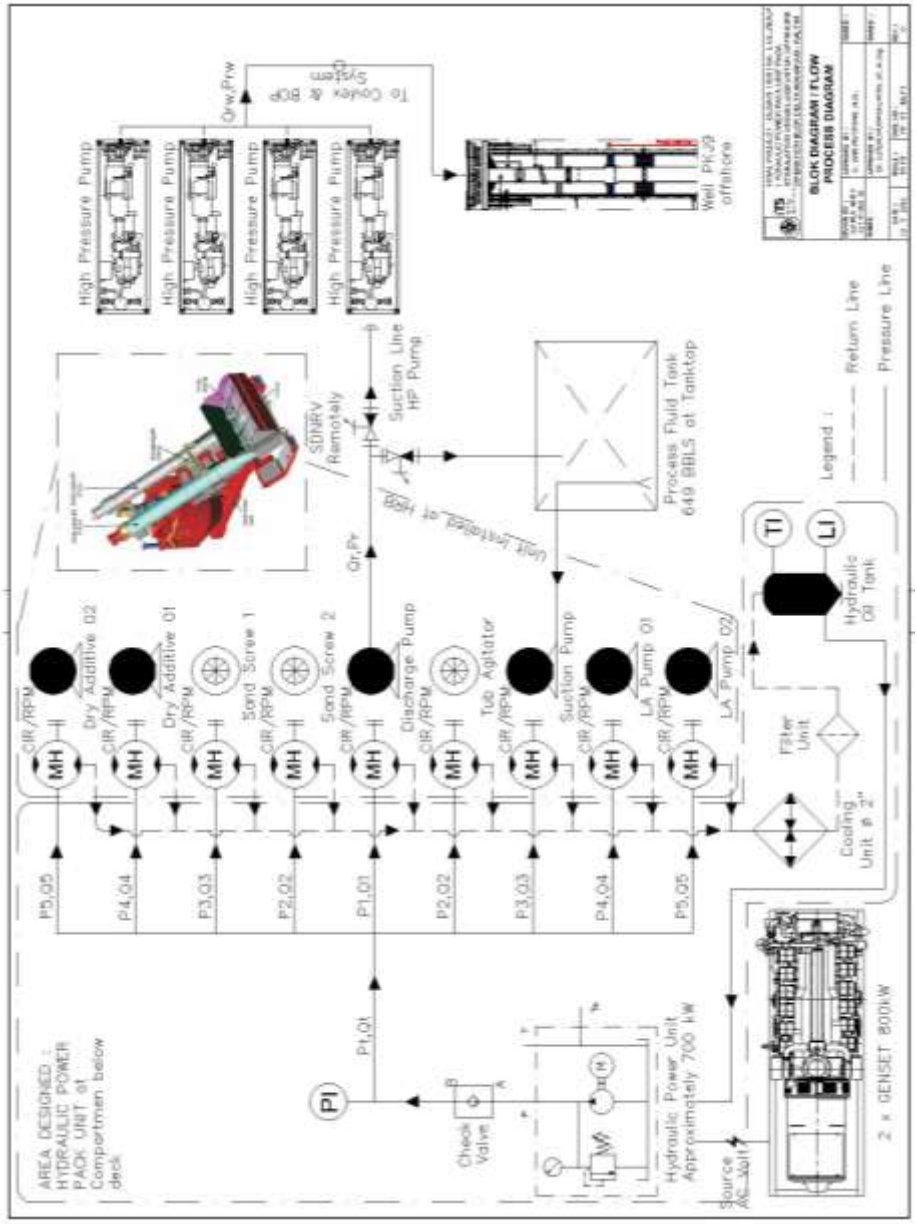
4.2 Desain System

Sebelum dilakukan Desain System maka perlu di lakukan pembuatan blok diagram dan draft P & ID untuk perhitungan awal kebutuhan *head loss* dan kebutuhan *cooling equipment*.

4.2.1 Blok Diagram

Blok Diagram adalah bagan / diagram yang menjelaskan operasional dan *equipment* yang dipakai.

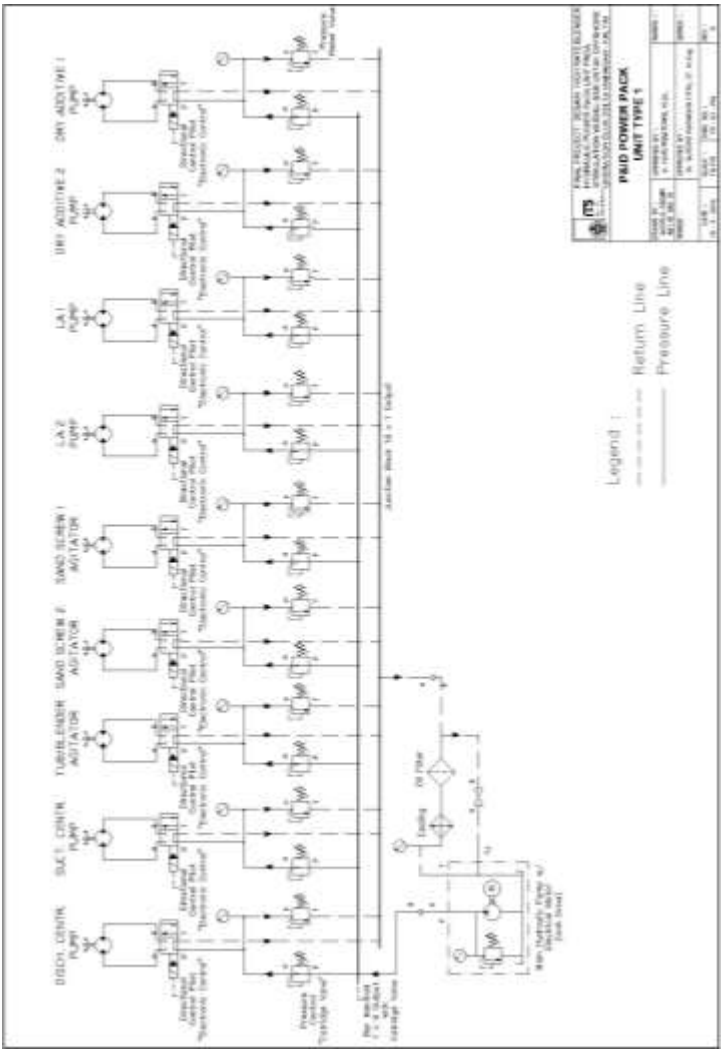
Detail Blok Diagram dapat dilihat pada lampiran Drawing Blok Diagram pada Lampiran.



Gambar.4.2 Blok Diagram Operasional dan *Equipment*

4.2.2 P & ID (*Piping and Instrument Diagram*)

Piping and Instrument Diagram (P & ID) dirancang / di desain sesuai dengan Blok Diagram. Dimana diagram ini akan menjadi acuan untuk perhitungan kebutuhan *equipment* dan *instrument* baik spesifikasi, jenis dan jumlah unit yang dibutuhkan.



Gambar.4.3 *Piping and Instrument Diagram* (P&ID)

4.3 Perhitungan System

4.3.1 Perhitungan Head dan RPM Unit User

Kebutuhan pompa *(Unit User)* sesuai dengan kebutuhan operasional *(offshore operation)* sesuai dengan data perhitungan sebelumnya yang sudah di hitung dan di desain. Karena ada perubahan, dimana perubahan meliputi kebutuhan Q (*Flow rate*) dan *Head* tiap Pompa *existing* dari kondisi sebelumnya maka dilakukan perhitungan penyesuaian.

Tabel 4.6 Perhitungan Penyesuain Kebutuhan Debit dan Head Pompa

No	Equipment User	Qsp. (m3/min)	Hsp. (psi)	Qreq. (m3/min)	Hreq. (psi)
1	Suction centrifugal Pump	15	26	5.2	Cal.
2	Discharge centrifugal pump	22	15	5.2	15
3	Sand Screw	Tidak ada penyesuaian (Rotated)			
4	Tub Agitator	Tidak ada penyesuaian (Rotated blend)			
5	LA Pump	Sesuai Unit			
6	Dry Additive	Sesuai Unit			

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa dua unit pump, nomer 1 dan 2 harus dilakukan penyesuaian *Flow rate* dan *Head*, penyesuaian ini dilakukan dengan cara penurunan RPM unit sesuai dengan spesifikasi catalog unit / referensi.

a. Perhitungan Pipa *Suction Centrifugal Pump (User)*

Perhitungan dilakukan dengan referensi dari Buku Pompa dan Kompresor, Ir. Sularso dan Dr. H. Tahara.

Velocity of fluid design = 3 m/s

Formula :

$$dDisch. = \sqrt[0.5]{\frac{4Q}{\pi V}}$$

Dimana :

Q = *Flow rate*, 0.09 m^3/s

V = *velocity*, 3 m/s

Sehingga D *discharge* = 0.195 m atau 7.7 inch
Digunakan Pipe Standart ANSI 8''sch 60
OD = 8.625 in
ID = 7.813 in
Thk = 0.406 in
Material Carbon Steel with Galvanising Surface

b. Perhitungan Penyesuain *Head Suction Centrifugal Pump*

Perhitungan dilakukan dengan referensi dari Buku Pompa dan Kompresor, Ir. Sularso dan Dr. H. Tahara.

Head Pump Calculation

H_{total} = Hs + ΔHp + Hv + Hloss

Dimana :

Hs = *Head Statis*, Jarak suction well dengan discharge pipe (m)
= 8 m

ΔHp = Perbedaan head tekanan, ΔHp = Hp2 – Hp1
= 0 m, *pressure* di *suction* dan *discharge* sama (m)

Hv = Head kecepatan keluar, (V^2*disch* – V^2*suct*)/2g
= 0 , head kecepatan keluar di *suction* dan *discharge* sama (m)

Head *Loss* = Hloss disch + Hloss suct.

c. *Head Loss at Suction*

- ***Major Losses***

Reynold Number (Rn) :

Viscosity = 25 Cst
= 0.000025 m^2/s

Ddisch = 7.813 in
= 0.198 m

Formula :

$$Rn = \frac{V\ x\ Ddich}{v}$$

$$Rn = \frac{3\ x\ 0.198}{0.000025}$$

Sehingga di dapat Rn = 23760 > 4000

Aliran bersifat turbulen, menggunakan rumus Friction Loss :

Diameter Pipa = 0.198 m

Formula :

Koef. *Friction Loss (f)* = 0.02 + 0.0005/D

= 0.02

Pipe Lenght (L) = 7.5 meter

<u>Major Losses (Hl1)</u>

$$Hf = \frac{f\ x\ L\ x\ V^2}{D\ x\ 2g}$$

$$Hf = \frac{0.02\ x\ 7.5\ x\ 0.000025^2}{0.198\ x\ 2x9.8}$$

❖ Jadi Hl1 = 2.4 x 10^{-11} m

- ***Minor Losses (Hl2)***

Minor Losses dari aksesoris pipa untuk diameter 0,198 m.

Tabel 4.7 Aksesoris Pipa *Suction Centrifugal Pump* (1)

No	Type Aksesoris	n	k	n x k
1	Elbow 90^0	1	1.129	1.13
2	Butterfly valve	2	0.16	0.32
3	SDNRV	1	1.20	1.20
	Total			2.65

Minor Losses = (K Total x v^2) / (2g)

= (2.65 x 3^2)/(2 x 9.8)

= 1.22 m

❖ Jadi Hl2 = 1.22 m

d. *Head Loss at Discharge*

- **Major Losses (Hl3)**

Reynold Number (Rn) :

Viscosity = 25 Cst

= 0.000025 m^2/s

Ddisch = 7.813 in

= 0.198 m

$$Rn = \frac{V\ x\ Ddich}{v}$$

$$Rn = \frac{3\ x\ 0.198}{0.000025}$$

Sehingga di dapat Rn = 23760 > 4000

Aliran bersifat turbulen, menggunakan rumus *Friction Loss*.

Formula :

Koef. *Friction Loss (f)* = 0.02 + 0.0005/D

= 0.02

Pipe Lenght (L) = 3.5 meter

Mayor Losses (Hl3)

$$Hf = \frac{f\ x\ L\ x\ V^2}{D\ x\ 2g}$$

$$Hf = \frac{0.02\ x\ 3.5\ x\ 0.000025^2}{0.198\ x\ 2x9.8}$$

- Jadi Hl3 = 1.13 x 10^{-11} m

- **Minor Losses (Hl4)**

Tabel 4.8 Aksesoris Pipa *Suction Centrifugal Pump* (2)

No	Type	n	k	n x k
1	Elbow 90^0	2	1.129	2.26
2	Butterfly valve	2	0.16	0.32
3	SDNRV	0	1.23	0
	Total			2.58

Minor Losses = (K Total x v^2) / (2g)

= (2.58 x 3^2)/(2 x 9.8)

= 1.185 m

- Jadi Hl3 = 1.185 m
- Total head loss = hl1 + hl2 + hl3 + hl4

  = 2.4 x 10^{-11} +1.22+1.13 x 10^{-11}+1.185

  = 2.405 m

Total head (Htot) = Hs + Hp + Hv + Hloss

= 8 + 0 +0 + 2.405

= 10.405 m

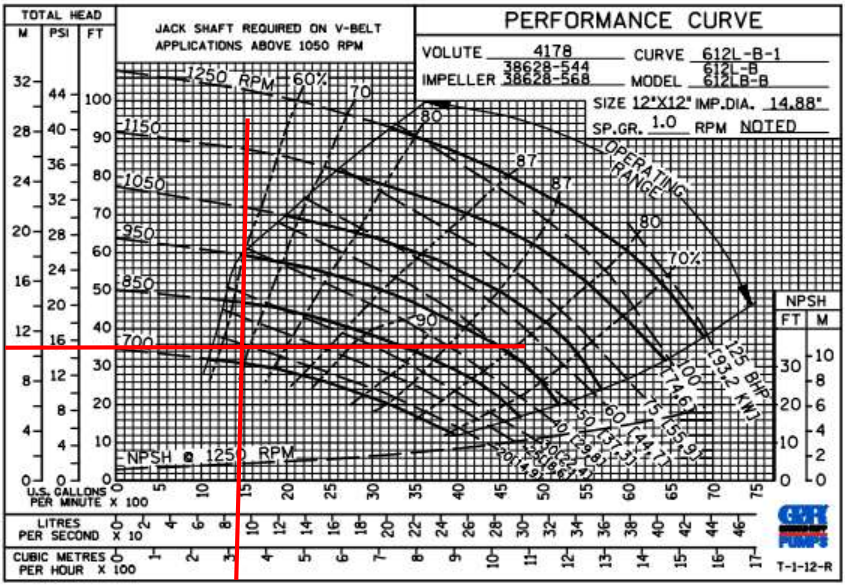
Sehingga *Head requirement* untuk *Suction Centrifugal Pump* adalah 10.405 meter. Dari data ini maka dapat ditentukan *Speed (RPM)* Pompa dan *Motor Hydraulic* menggunakan *Pump Curve*.

e. RPM *Suction Centifugal Pump User Unit*

Data Input

Q = 5.2 m^3/min atau 312 m^3/hours

H = 10.405 meter



Gambar.4.4 *Pump Curve Gorman – Rupp Pump 12 x 12 x 14.88"*

(Sumber : Catalog Pompa Gorman – Rupp Pump)

Dari Pump Curve didapatkan operasi pompa pada RPM = 720

f. RPM *Discharge Centrifugal Pump User Unit*

Data Input untuk perhitungan :

Q = 5.2 m^3/min atau 0.09 m^3/s

H = 15 psi

Merk Pompa

Ingersoll – Dresser Type 10M234

Dikarenakan tidak ditemukannya katalog untu pompa ini, maka digunakan Pump Curve dengan spesifikasi yang sama menggunakan *Pump Curve Database Pump Flow Expert Progam.*

Spesifikasi :

Size = 10 in x 12 in x 23.25 in

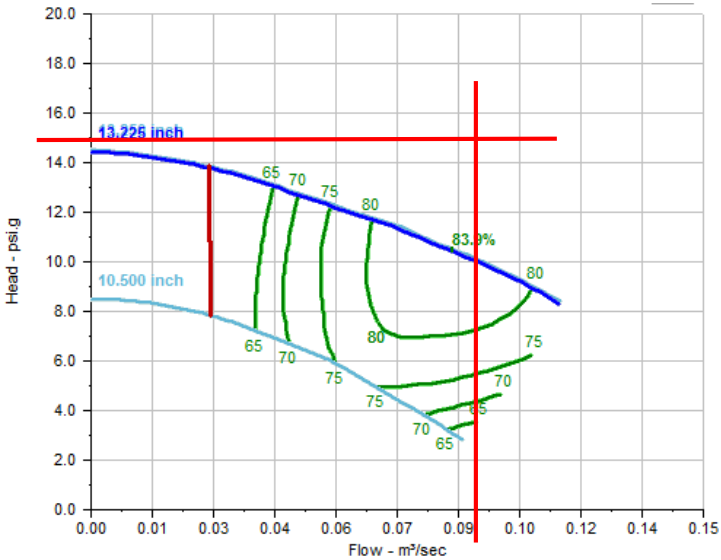
Impeller Diam. = 23.25 in

NPSHR = 8.4 ft of water

Max. rev/min = 1000 rev/min

Dari data diatas di plotkan dengan beberapa RPM untuk mengetahui pada RPM berapa yang sesuai dengan kebutuhan.

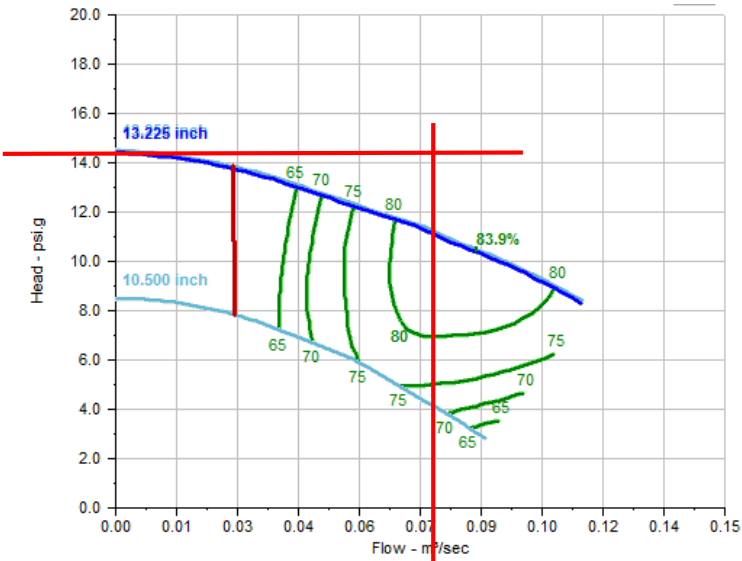
- Grafik pada RPM 700 ➔ (tidak memenuhi)



Gambar.4.5 *Pump Curve 10 x 12 x 23.25"(1)*

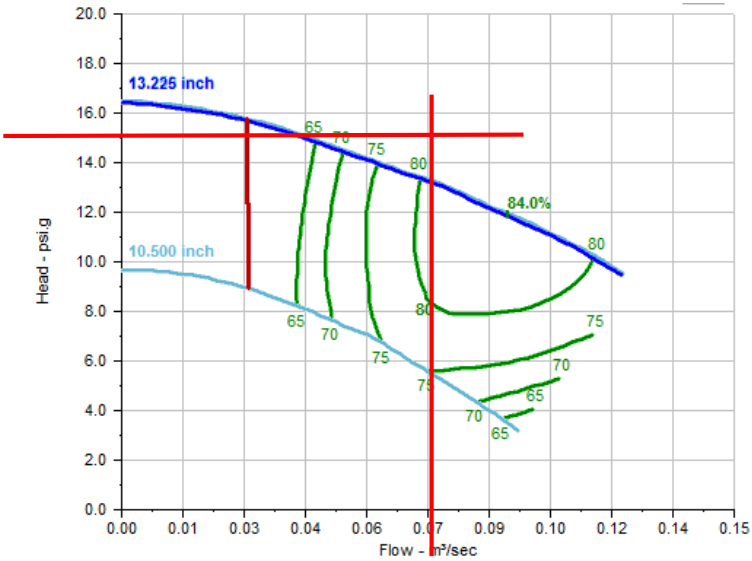
(Sumber : Pump Curve Database Pipe Flow Expert)

- Grafik pada RPM 750 ➔ (tidak memenuhi)



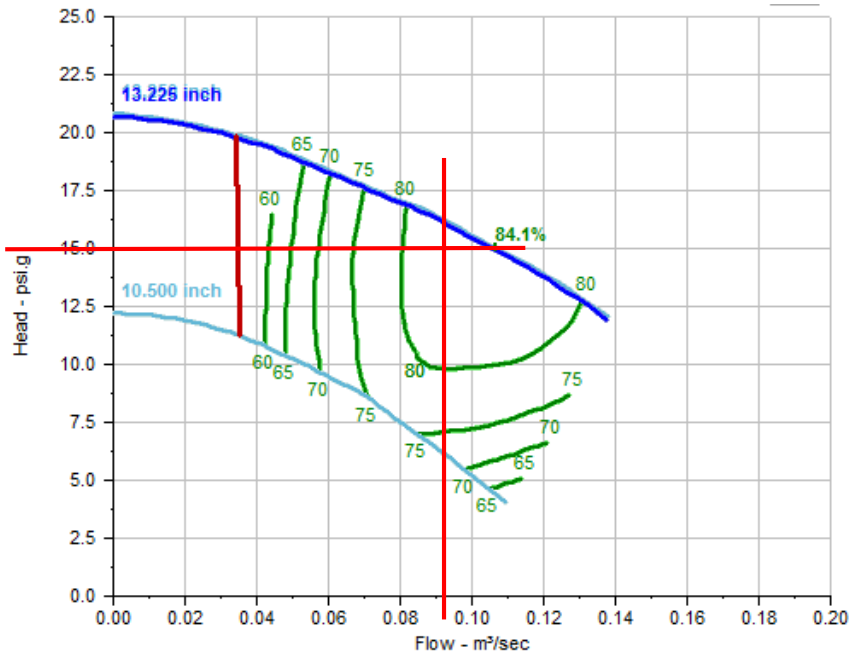
Gambar.4.6 *Pump Curve 10 x 12 x 23.25"(2)*

- Grafik pada RPM 800 ➔ (tidak memenuhi)



Gambar.4.7 *Pump Curve 10 x 12 x 23.25"(3)*

- Grafik pada RPM 900 ➔ (memenuhi)



Gambar.4.8 *Pump Curve 10 x 12 x 23.25"(4)*

4.3.2 Perhitungan Penyesuain RPM Motor *Hydraulic*

Karena ada penyesuain *Flow rate* (Q) dan *Head* sesuai dengan *operasional condition* maka hal ini akan berpengaruh juga dengan kecepatan putaran (RPM) pada *unit motor hydraulic* yang tersambung langsung dengan Pompa (*Direct Driver*).

Tabel 4.9 Perhitungan penyesuain RPM Motor *Hydraulic*

No	Pump Unit User	Motor Unit	RPMsp.	RPMreq.	Preq. (psi)
1	Suction centrifugal Pump	Parker 9.15 CIR	1250	720	5070
2	Discharge centrifugal pump	Rexroth 30.51 CIR	1000	900	5070
3	Sand Screw 2	Eaton 45.76	350	350	3600

		CIR			
4	Sand Screw 1	Eaton 36.74 CIR	400	400	3600
5	Tub Agitator	Charlynn 40.6 CIR	150	150	3600
6	LA 1	Parker 1.69 CIR	600	600	3000
7	LA 2	Parker 2.54 CIR	600	600	3000
8	Dry Additive 1	Rexroth 1.0 CIR	180	180	3000
9	Dry Additive 2	Rexroth 1.0 CIR	180	180	3000

4.3.3 Perhitungan Diameter Pipa *Unit User*

Dari perhitungan – perhitungan sebelumnya, maka perhitungan diameter pipa dapat dilakukan. Untuk mempermudah maka satuan kebutuhan Q, untuk *equipment Motor Hydraulic (Pump Driver)* maka satuan CIR *(Cubic Inch per Revolution)* di konversikan menjadi *Cubic Meters per Revolution.*

Tabel 4.10 Konversi *Flow Rate Motor Hydraulic*

No	Pump Unit User	Q Motor Unit ($inch^3$/rev)	Q x 10^{-5} (m^3/rev)
1	Suction centrifugal Pump	Parker 9.15 CIR	14.64
2	Discharge centrifugal pump	Rexroth 30.51 CIR	48.816
3	Sand Screw 2	Eaton 45.76 CIR	73.216
4	Sand Screw 1	Eaton 36.74 CIR	58.784
5	Tub Agitator	Charlynn 40.6 CIR	64.96
6	LA 1	Parker 1.69 CIR	2.704
7	LA 2	Parker 2.54 CIR	4.064

8	Dry Additive 1	Rexroth 1.0 CIR	1.6
9	Dry Additive 2	Rexroth 1.0 CIR	1.6

Dari data diatas untuk mendapatkan Q (Flow rate) sebagai data input perhitungan diameter pipa, maka Q pada tabel diatas dikalikan dengan Rpm pada tabel penyesuaian rpm. Dari perkalian tersebut didapatkan data sbb :

Tabel 4.9 Data *Flow Rate* (Q) x Rpm

No	Pump Unit	Q x 10^{-5} (m^3/rev)	Rpm	Q x 10^{-3} (m^3/s)
1	Suction centrifugal Pump	14.64	720	1.7568
2	Discharge centrifugal pump	48.816	900	7.3224
3	Sand Screw 2	73.216	350	4.2709
4	Sand Screw 1	58.784	400	3.9189
5	Tub Agitator	64.96	150	1.6240
6	LA 1	2.704	600	0.2704
7	LA 2	4.064	600	0.4064
8	Dry Additive 1	1.6	180	0.0480
9	Dry Additive 2	1.6	180	0.0480

Dari data *Flow Rate* (Q) tabel diatas maka dapat dihitung diameter pipa menggunakan rumus :

$$dDisch. = \sqrt[0.5]{\frac{4Q}{\pi V}}$$

Dimana :

Q = *Flow rate*, sesuai dgn Tabel 4.8, m^3/s

V = *Flow Velocity*

Menurut *Ernes F. Brater*, *Hydraulic handbook 7th Edition*, rekomendasi *flow velocity* :

1. *Velocity of pressure lines* = 7 – 20 ft/sec atau 2.13 – 6.1 m/s
2. *Velocity of suction lines* = 2 – 5 ft/sec atau 0.61 – 1.5 m/s

Digunakan V = 6 m/s

Sehingga d Discharge Pipa tiap Unit User dapat ditentukan dengan menggunakan Pipe Standart ANSI.

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Minimum Diameter pipa

No	Pump Unit	Q (m^3/h)	Ø Pipe Mm	Ø Pipe In (Min.)	Ø Pipe ANSI
1	Suction centrifugal Pump	6.325	19.31	0.76	1 “
2	Discharge centrifugal pump	26.36	39.43	1.55	1½ “
3	Sand Screw 2	15.38	30.11	1.18	1¼”
4	Sand Screw 1	14.11	28.85	1.14	1¼”
5	Tub Agitator	5.85	18.57	0.73	1 “
6	LA 1	0.97	7.58	0.30	½ “
7	LA 2	1.46	9.29	0.37	½ “
8	Dry Additive 1	0.173	3.19	0.13	½ “
9	Dry Additive 2	0.173	3.19	0.13	½ “

4.3.4 Perhitungan Diameter Pipa *Hydraulic Main Pump* (Pompa Induk)

Dimana *hydraulic main pump* untuk supply atau server ke *hydraulic motor driver* menggunakan 1 pompa Induk digerakkan Motor Listrik. Karena rangkaian pipa dari server pompa induk paralalel / bercabang, maka Q untuk jalur pipa ini adalah total dari Q seluruh jalur yang dilayani.

Qt1 = Qsuct. centr. + Qdisch.centr. +Qsand screw1 +Qsand screw2+Qagitator +Qla1 +Qla2 + Qdry add.1 + Qdry add.2

Sehingga didapat Qt1 = 0.01967 m^3/s atau 70.79 m^3/h

Kebutuhan Pipa :

$$dDisch. = \sqrt[0.5]{\frac{4Q}{\pi V}}$$

$$dDisch. = \sqrt[0.5]{\frac{4x0.01976}{\pi\ x\ 6}}$$

Sehingga didapatkan diameter = 64.62 mm atau 2.54 inch

Digunakan Pipa Diameter 2½" Inch Standart ANSI

4.3.5 Perhitungan Material Pipa dan Tebal Minimal

Tekanan / Pressure tertinggi 5070 psi sesuai dengan spesifikasi *Pressure Control Valve* yang akan digunakan dan sesuai dengan Spesifikasi *Motor Hydraulic* .Maka tenal minimum dapat dihitung.

Operation pressure = 5070 Psi

Dengan menggunakan Referensi ASME B.31 Thn. 2012 maka dapat ditentukan ketebalan minimal tiap pipa yang akan digunakan.

Dengan Formula Lame's atau Barlow's, ketebalan minimal adalah sbb :

$$Thickness = \frac{PD}{2S}$$

Dimana ;

t = *thickness*, ketebalan dalam satuan inch

P = *Design pressure* dalam satuan psi

D = *Outside Diameter Pipa*, inch

S = *Allowable stress*, psi

Material grade yang digunakan adalah sesuai dengan standart ASME B31 atau SAE sesuai rekomendasi material.

Tabel 4.13 Spesifikasi materialdan *grade* standart

No	Material	Allowable Stress (s), psi	Spesifikasi Pipa
1	Steel C-1010	12500	SAE J356,524,525
2	Steel C-1021	15000	SAE

			J2435,2467
3	Steel, High Strenght Low Alloy (HSLA)	18000	SAE J2613,2614
4	Stainless Steel 304& 316	18800	ASTM A213,249,269
5	Alloy Steel C - 4130	18800	ASTM A519
6	Copper, K or Y	6000	SAE J528,ASTM B75
7	Alumunium 6061-T6	10500	ASTM B210
8	Monel, 400	17500	ASTM B165

Digunakan material no.2 yaitu Steel C-1021

Sehingga perhitungan minimum ketebalan adalah sbb :

Tabel 4.14 Hasil perhitungan minimum ketebalan pipa dan *schedule*

No	Pump Unit	Ø Pipe ANSI	Min. thk (in.)	Min. thk (mm)	Sch. ANSI
1	Suction centrifugal Pump	1 “	0.17	4.29	80
2	Discharge centrifugal pump	1½ “	0.25	6.44	160
3	Sand Screw 2	1¼”	0.15	3.81	80
4	Sand Screw 1	1¼”	0.15	3.81	80
5	Tub Agitator	1 “	0.12	3.05	80
6	LA 1	½ “	0.05	1.27	80
7	LA 2	½ “	0.05	1.27	80
8	Dry Additive 1	½ “	0.05	1.27	80
9	Dry Additive 2	½ “	0.05	1.27	80
10	Main PP Q1	2½ “	0.42	10.73	160S
11	Main PP Q2a	2½ “	0.42	10.73	160S
12	Main PP Q2b	½ “	0.05	1.27	80

4.3.6 Perhitungan *Head Main Pump* (Pompa Hidrolik Induk)

4.3.6.1 Spesifikasi Oli hydraulic yang digunakan

Merk	= Mobile Exxon
Type	= Mobile EAL 32
Colour	= ISO 2049 : 1.5
Viscoity, ASTM D445	
Cst at 40 ^{o} C	= 32
Cst at 100 ^{o} C	= 7
Viscocity Index, ASTM D2270	= 189
Pour Point ^{o}C, ASTM D97	= - 39°C
Flash Point ^{o}C, ASTM D92	= 248°C
Density at 15°Ckg/l, ASTM D4052	= 911

Data diatas spesifikasi dari Catalog Online Oil Hydraulic Exxon

4.2.5.2 Perhitungan Head atau Pressure Total

Dimana *Hydraulic Main Pump* untuk supply atau server ke *hydraulic motor driver* menggunakan 1 pompa Induk digerakkan Motor Listrik.

Karena rangkaian pipa saluran dari server pompa induk paralalel / bercabang, maka Head untuk jalur pipa ini adalah Head yang dibutuhkan terbesar.

a) Head Pump Calculation

$H_{req.} = Hs + \Delta Hp + Hv + Hloss$

Dimana :

Hs = Jarak *Reservoir Tank* dengan *discharge pipe*
= 8 m

ΔHp = Perbedaan head tekanan, (Pdisc – Psuction)/ρg (P : bar)

Diketahui :

Pdis. = 5070 Psi atau 356.5 bar,

Psuct = 0 bar

Density hydraulic oil = 0.00911 ton/m^3

ΔHp = (356.5 – 0) / (0.00911 x 9.8)
= 3993.145 m

Hv = Head kecepatan keluar, (V^2*disch* – V^2*suct*)/2g (m)

Diketahui :

Vdis. = 6 m/s *(pressure velocity line)*

Vsuct = 1.5 m/s *(pressure velocity suction line)*

Hv = (6^2 – 1.5^2) / (2 x 9.8)

= 1.72 m

Head Loss = Hloss disch + Hloss suct.

b) Head Loss at Suction

- **Major Losses**

Reynold Number (Rn) :

Viscosity = 32 Cst at 40°C

= 0.000032 m^2/s

Ddisch = 2.5 inch sch 160S

= 1.771 inc atau 0.045 m (ID)

$$Rn = \frac{V\ x\ Ddich}{v}$$

$$Rn = \frac{3\ x\ 0.045}{0.000032}$$

Sehingga di dapat Rn = 4218 > 4000

Aliran bersifat turbulen, menggunakan rumus Friction Loss

Formula :

Koef. Friction Loss *(f)* = 0.02 + 0.0005/D

= 0.02

Pipe Lenght (L) = 1 meter

Major Losses (Hl1)

$$Hf = \frac{f\ x\ L\ x\ V^2}{D\ x\ 2g}$$

$$Hf = \frac{0.02\ x\ 1\ x\ 0.000032^2}{0.045\ x\ 2x9.8}$$

❖ Jadi Hl1= 2.32 x 10^{-11} m

- **Minor Losses**

Tabel 4.15 Aksesoris Pipa *Main Hydraulic Pump* (1)

No	Type	n	k	n x k
1	Elbow 90^0	2	1.129	2.26
2	Butterfly valve	0	0.16	0
3	SDNRV	1	1.23	1.23
	Total			3.49

Minor Losses = (K Total x v^2) / (2g)

= (3.49 x 1.5^2)/(2 x 9.8)

= 0.401 m

❖ Jadi, Hl2 = 0.401 m

c) Head Loss at Discharge

Perhitungan *Head Loss* pada discharge hanya diperhitungan sampai dengan *hydraulic motor unit* atau *user unit*.

- **Major Losses**

Reynold Number (Rn) :

Viscosity = 32 Cst at 40oC

= 0.000032 m^2/s

- **Untuk pipa dari Main Pump ke Bar Manifold**

Ddisch = 2.5 inch sch 160S

= 1.771 inc atau 0.045 m (ID)

$$Rn = \frac{V\ x\ Ddich}{v}$$

$$Rn = \frac{3\ x\ 0.045}{0.000032}$$

Sehingga di dapat Rn = 4218 > 2300

Aliran bersifat turbulen, menggunakan rumus *friction loss*

Formula :

Koef. *Friction Loss (f)* = 0.02 + 0.0005/D

= 0.02

Pipe Lenght (L) = 8 meter

Mayor Losses (Hl3)

$$Hf = \frac{f\ x\ L\ x\ V^2}{D\ x\ 2g}$$

$$Hf = \frac{0.02\ x\ 8\ x\ 0.000032^2}{0.045\ x\ 2x9.8}$$

❖ Jadi Hl 3 = 1.86 x 10^{-10} m

- **Minor Losses (Hl4)**

Tabel 4.16 Aksesoris Pipa *Main Hydraulic Pump* (2)

No	Type	n	k	n x k
1	Elbow 90^0	2	1.129	0.60
2	Butterfly valve	0	0	0
3	SDNRV	1	1.23	1.23
	Total			1.83

Minor Losses = (K Total x v^2) / (2g)

= (1.83 x 6^2)/(2 x 9.8)

= 3.36 m

❖ Jadi Hl 4 = 3.36 m

- **Untuk Head Loss bar Manifold**

Tabel 4.17 f untuk Minor Loss pada ujung pipa masuk

No	Unit	n	f	n x f
1	User 1 - 9	9	0.5	4.50
	Total			4.50

Jadi Hf = (f x v^2) / 2g

= (4.5 x 0.000032^2) / (2x9.8)

= 2.35 x 10^{-10} m

❖ Hl 5 = 2.35 x 10^{-10} m

- **Minor Losses untuk Pembesaran dan Pengecilan**

Diketahui *Main Pipe* diameter 2.5 inch

Tabel 4.18 Perhitungan Hf untuk Minor Loss

No	Unit	$(D1/D2)^2$	f	Hf x 10^{-11}= (f x v^2) / 2g
1	Suct. Centr.	0.16	0.45	2.35

2	Disch. Centr.	0.36	0.36	1.88
3	Sand screw 2	0.25	0.41	2.14
4	Sand screw 1	0.25	0.41	2.14
5	Tub Agitator	0.16	0.45	2.35
6	LA Pump 1	0.04	0.5	2.61
7	LA Pump 2	0.04	0.5	2.61
8	Dry Add. 1	0.04	0.5	2.61
9	Dry. Add 2	0.04	0.5	2.61
	Total			23.91

Jadi Hf = 23.91×10^{-11} m

❖ Hl 6 = 23.91×10^{-11} m

- **Untuk pipa dari Bar Manifold ke User Unit**

Perhitungan Major Losses – Friction Loss

Panjang Pipa (L) = 28 meter

Tabel 4.19 Perhitungan Hf untuk Major Loss

No	Unit	ID (m)	Rn	f	Hf x 10^{-9}= (f x L x v^2) / D2g
1	Suct. Centr.	0.024	4557	0.04	2.44
2	Disch. Centr.	0.034	6372	0.03	1.49
3	Sand screw 2	0.032	6086	0.04	1.59
4	Sand screw 1	0.032	6086	0.04	1.59
5	Tub Agitator	0.024	4557	0.04	2.44
6	LA Pump 1	0.015	2962	0.05	4.78
7	LA Pump 2	0.015	2962	0.05	4.78
8	Dry Add. 1	0.015	2962	0.05	4.78
9	Dry. Add 2	0.015	2962	0.05	4.78
	Total				28.67

❖ Jadi Hl 7 = 28.67 m

- **Minor Losses**

Tabel 4.20 Aksesoris Pipa *Main Hydraulic Pump* (3)

No	Type	n	k	n x k
1	Elbow 90^0	9	1.129	10.17
2	Directional Pilot Valve	9	0.14	1.26
3	Pressure Contr. Valve	9	0.14	1.26
	Total			12.69

Minor Losses = (K Total x v^2) / (2g)

= (12.69 x 6^2)/(2 x 9.8)

= 23.31 m

❖ Jadi Hl8 = 23.31 m

- ***Head Loss Total Calculation***

Total head loss = hl1+hl2+hl3+hl4+hl5+hl6+hl7+hl8

= 2.32 x 10^{-11} +0.401+1.86 x 10^{-10}+3.36+ 2.35 x 10^{-10} + 23.91 x 10^{-11}+28.67+23.31

= 55.74 m

Total head (Htot) = Hs + Hp + Hv + Hloss

= 8 + 3993.145 +1.72 + 55.74

= 4058.605 m atau 406 bar

❖ Atau 5888.533 psi ~ 5890 psi

4.3.7 Kebutuhan *Hydraulic Main Pump*

Dari data perhitungan diatas maka dapat diresume sbb :

Q = 70.79 m^3/h atau 1179.83 l/min

Head / *Pressure* = 5890 psi – 406 Bar

Maka dipilih Pompa Hydraulic Electric Mover :

Merk = Uraca

Type = Plunger Pump – P5 80

Pmax = 1120 kW

Eff. = 0.92

Tabel 4.21 *Technical Data Uraca Pump*

Technische Daten — Technical Data

Pumpendrehzahl / Pump speed		min⁻¹	25	50	75	100	125	150	200	250	300	350	400
Mittlere Plungergeschwindigkeit / Mean piston speed		m/s	0,13	0,27	0,40	0,53	0,67	0,80	1,07	1,33	1,60	1,87	2,13
Druck / Pressure bar	Plunger / Plunger Ø mm		Förderstrom / Capacity			l/min (±2%)			Antriebsleistung / Power required			kW (+3%)	
100	160	l/min	394	788	1181	1575	1969	2363	3150	3938	4725	5513	6300
		kW	70	140	209	279	349	419	559	698	838	977	1117
110	150	l/min	346	693	1039	1385	1731	2078	2770	3463	4155	4848	5540
		kW	68	135	203	270	338	405	540	675	810	945	1080
130	140	l/min	300	600	900	1200	1500	1800	2400	3000	3600	4200	4800
		kW	69	138	207	277	346	415	553	691	830	968	1106
150	130	l/min	259	518	776	1035	1294	1553	2070	2588	3105	3623	4140
		kW	69	138	206	275	344	413	551	688	826	963	1101
175	120	l/min	220	440	660	880	1100	1320	1760	2200	2640	3080	3520
		kW	68	137	205	273	341	410	546	683	819	956	1092
210	110	l/min	184	368	551	735	919	1103	1470	1838	2205	2573	2940
		kW	68	137	205	274	342	411	547	684	821	958	1095
255	100	l/min	153	305	458	610	763	915	1220	1525	1830	2135	2440
		kW	69	138	207	276	345	414	552	689	827	965	1103
315	90	l/min	123	246	369	492	615	738	984	1230	1476	1722	1968
		kW	69	137	206	275	343	412	550	687	824	962	1099
400	80	l/min	97	194	291	388	485	582	776	970	1164	1358	1552
		kW	69	138	206	275	344	413	550	688	826	963	1101
450	75	l/min	86	172	258	344	430	516	688	860	1032	1204	1376
		kW	69	137	206	274	343	412	549	686	823	961	1098
520	70	l/min	75	150	224	299	374	449	598	748	897	1047	1196
		kW	69	138	207	276	345	414	551	689	827	965	1103
600	65	l/min	64	128	192	256	320	384	512	640	768	896	1024
		kW	68	136	204	272	340	409	545	681	817	953	1089
700	60	l/min	54	109	163	217	271	326	434	543	651	760	868
		kW	67	135	202	269	337	404	539	673	808	943	1077
840	55	l/min	46	91	137	182	228	273	364	455	546	637	728
		kW	68	136	203	271	339	407	542	678	813	949	1084
1020	50	l/min	37	75	112	149	186	224	298	373	447	522	596
		kW	67	135	202	269	337	404	539	674	808	943	1078
1250	45	l/min	30	60	90	120	150	180	240	300	360	420	480
		kW	66	133	199	266	332	399	532	665	798	931	1064
1600	40	l/min	23	46	69	92	115	138	184	230	276	322	368
		kW	65	130	196	261	326	391	522	652	783	913	1044

1 bar = 14,5038 psi; 1 l/min = 0,26417 USGPM = 0,22 IPGPM; 1 kW = 1,3410 HP; 1 mm = 0,03937 Inch

4.3.8 Kebutuhan Motor Electrik penggerak *Hydraulic Main Pump*

- **Daya Fluida (Pompa)**

Daya Air / Pompa (Pw) adalah energy yang secara efektif diterima oleh fluida dari pompa persatuan waktu.

$$Pw = \gamma QH$$

Dimana :

Q = *flow rate*, 0.01966 m^3/s

H = *head / pressure*, 4058.605 m

γ = berat fluida / vol., 911 kg/m^3

❖ Sehingga Pw = 72690.67 watt atau 726.91 kW

- **Daya Poros (Ps)**

Daya Poros adalah daya yang diperlukan untuk menggerakan sebuah pompa. Dimana sbb :

$$Ps = Pw / \eta P$$

Dimana :

Pw = Daya fluida, 726.91 kW

Hp = Eff. Pompa, 0.92

❖ Sehingga Ps = 790.12 kW

- **Daya Nominal (Pm)**

Daya Nominal adalah daya yang diperoleh dari efisiensi transmisi dan efisiensi motor penggerak itu sendiri. Dimana Pm sbb :

$$Pm = \frac{Ps(1 + \alpha)}{\eta t}$$

Dimana :

Pm = Daya Nominal, kW

Ps = Daya Poros, 790.12 kW

α= Faktor Cadangan, 0.15

Tabel 4.22 Faktor Cadangan

Jenis Penggerak	α
Motor Induksi	0.1 – 0.2
Motor Bakar - Kecil - Besar	 0.15 – 0.25 0.1 – 0.2

ηt = Efisiensi transmisi,

Tabel 4.23 Effisiensi Transmisi

Jenis Transmisi	ηt
Sabuk Rata Sabuk V	0.9-0.93 0.95
Roda Gigi - Lurus - Miring	 0.92 – 0.95 0.95 – 0.98
Kopling hidrolik	0.95-0.97

Karena Transmisi menggunakan direct coupling maka ηt = 1

❖ Sehingga Pm = [790.12(1+0.15) / 1]

= 908.638 kW

Maka dipilih Electric Motor :

Merk = Loher - Motors

Type = IP5 8 Pole 50 Hz 450 Frame

Pmax = 950 kW

Eff. = 0.92

Tabel 4.22 *Technical Data Loher Motors*

Overview (continued)

Range of motors with explosion protection

Catalog section	Motor version	Motor type	No. of poles	Frequency	Frame size – rated output at 50 or 60 Hz																	
					71	80	90	100	112	132	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	560 [1]
2	Motors with explosion protection 1PS1, 1PS4, 1PS5, 1MD5																					
	High Efficiency IE2	1MD5	2-pole	50 Hz		0.75 ... 360 kW																
			4-pole	50 Hz		0.75 ... 360 kW																
			6-pole	50 Hz		0.75 ... 360 kW																
	High Efficiency		2-pole	50 Hz		0.37 ... 0.55 kW										460 kW						
			4-pole	50 Hz		0.25 ... 0.55 kW										460 kW						
			6-pole	50 Hz			0.25 ... 0.55 kW															
	High Efficiency IE2	1PS4	2-pole	50 Hz											315 ... 355 kW							
				60 Hz												355 kW						
			4-pole	50 Hz											280 ... 355 kW							
				60 Hz												315/355 kW						
			6-pole	50 Hz											225 ... 355 kW							
	High Efficiency [2]		2-pole	50 Hz														400 ... 1200 kW				
				60 Hz														400 ... 900 kW				
			4-pole	50 Hz														400 ... 1400 kW				
				60 Hz														400 ... 1000 kW				
			6-pole	50 Hz														400 ... 1120 kW				
			8-pole	50 Hz														200 ... 950 kW				
			10-pole	50 Hz														160 ... 750 kW				
			12-pole	50 Hz														140 ... 600 kW				
			14-pole	50 Hz														110 ... 500 kW				
			16-pole	50 Hz														90 ... 400 kW				

4.3.9 Kebutuhan *Reservoir Tank*

Rekomendasi volume Reservoir tank adalah

Vol. = (3-5) x Q at m^3/min + 10% *for aerating space*

= 3 x Q (m^3/min) x 110%

= 3 x 1.180 x 1.1

= 3.894 ~ 4 m^3

❖ Jadi kebutuhan Volume Reservoir Tank = 4 m^3

4.3.10 Kebutuhan *Cooler*

Pendingin di instaal di unit power pack bertujuan untuk menjaga agar suhu oli hidrolik tetap dalam keadaan standart (40-50°C).

- **Perhitungan Cooler**

$$Q = m\ C\ \ \Delta T / t \times 60$$

Dimana :

ΔT = Perbedaan suhu, 50 – 40 = 10°C

C = *Spesific heat*, 0.497 kCal/kg°C

m = *mass flow rate*, 17.91 kg/s

Sehingga Q = 17.91 x 0.497 x 10 / 1 x 60

= 1.484 kCal/s atau 6.2 kW atau 5342.4 kCal/h

- **Kebutuhan *surface area HO Cooler***

A = *Heat Dissipation* / (K x LMTD)

Dimana :

HD = *Heat Dissipation*, 5342.4 kCal/h

K = *Heat transfer coef*. 260 kCal/m^2.h. °C

LMTD = *Log Mean Temperature Diff.*

LMTD = [(T1-t2)-(T2-t1)]/Log[(T1-t2)/(T2-t1)]

$T_{water\ cooler}$

t1 = 32 °C ; t2 = 40 °C

$T_{heat\ fluid/oil}$

T1 = 50 °C ; T2 = 40 °C

Sehingga LMTD = 20.64 °C

- Sehingga A = 0.9955 m^2

Maka dipilih Cooler :

Merk = Aalborg – Vesta MX

Type = MX 10 - Tube

Pmax = Up to 10 kW

Tabel 4.25 *Technical Data Aalborg Cooler*

STANDARD PRODUCT RANGE Dimensions

	MX 10	MX 15	MX 20	MX 25	MX 30	MX 40
A	170	170	250	250	250	300
B	130	130	220	220	220	300
C	100	100	100	100	100	200
D	220	270	325	380	425	510
E	L-150	L-150	L-150	L-150	L-150	L-300
F	L+380	L+410	L+440	L+450	L+460	L+650
G	L-150	L-150	L-150	L-150	L-150	L
H	434	450	520	520	520	620
I	228	253	280	307	333	375
J	354	352	350	348	346	522

- **Kebutuhan Pompa Cooler**

a. Perhitungan Pipa *Centrifugal Pump Cooler*

Perhitungan dilakukan dengan referensi dari Buku Pompa dan Kompresor, Ir. Sularso dan Dr. H. Tahara.

Velocity of fluid design = 3 m/s

Formula :

$$dDisch. = \sqrt[0.5]{\frac{4Q}{\pi V}}$$

Dimana :

Mass flow rate = 17.9 kg/s sehingga Q = (17.9/1000)m^3/s

Q = Flow rate, 0.0179 m^3/s

V = velocity, 3 m/s

Sehingga D discharge = 0.087 m atau 3.5 inch

Digunakan Pipe Standart ANSI 3.5”sch 40

OD = 4.000 in

ID = 3.548 in

Thk = 0.226 in

Material *Carbon Steel with Galvanis Surface*

b. Perhitungan *Head Centrifugal Pump Cooler*

Perhitungan dilakukan dengan referensi dari Buku Pompa dan Kompresor, Ir. Sularso dan Dr. H. Tahara.

Head Pump Calculation

H_{total} = Hs + ΔHp + Hv + Hloss

Dimana :

Hs = *Head Statis*, Jarak *suction well* dengan *discharge pipe*
= 1.1 m

ΔHp = Perbedaan head tekanan, (P*disc* – P*suction*)/ρg
= 0 m, *pressure* di *suction* dan *discharge* sama

Hv = head kecepatan keluar, (V^2*disch* – V^2*suct*)/2g
= 0, *velocity* di *suction* dan *discharge* sama

Head Loss = Hloss disch + Hloss suct.

Head Loss at Suction

- ***Major Losses***

Reynold Number (Rn) :

Viscosity = 25 Cst

= 0.000025 m^2/s

Ddisch = 3.548 in

= 0.09 m

Formula :

$$Rn = \frac{V\ x\ Ddich}{v}$$

$$Rn = \frac{3\ x\ 0.09}{0.000025}$$

Sehingga di dapat Rn = 10800 > 4000

Aliran bersifat turbulen, menggunakan rumus *Friction Loss* :

Diameter Pipa = 0.09 m

Formula :

Koef. *Friction Loss (f)* = 0.02 + 0.0005/D

= 0.02

Pipe Lenght (L) = 3 meter

<u>Major Losses (Hl1)</u>

$$Hf = \frac{f\ x\ L\ x\ V^2}{D\ x\ 2g}$$

$$Hf = \frac{0.02\ x\ 3\ x\ 0.000025^2}{0.09\ x\ 2x9.8}$$

❖ Jadi Hl1 = 2.125 x 10^{-11} m

- ***Minor Losses (Hl2)***

Minor Losses dari aksesoris pipa untuk diameter 0,09 m.

Tabel 4.24 Aksesoris Pipa *Centrifugal Pump Cooler* (1)

No	Type Aksesoris	n	k	n x k
1	Elbow 90^0	4	1.129	4.52

2	Butterfly valve	1	0.16	0.16
3	SDNRV	1	1.20	1.20
	Total			5.88

Minor Losses = (K Total x v^2) / (2g)

= (5.88 x 3^2)/(2 x 9.8)

= 2.7 m

❖ Jadi Hl2 = 2.7 m

Head Loss at Discharge

- **Major Losses (Hl3)**

Viscosity = 25 Cst

= 0.000025 m^2/s

Ddisch = 3.548 in

= 0.09 m

Formula :

$$Rn = \frac{V\ x\ Ddich}{v}$$

$$Rn = \frac{3\ x\ 0.09}{0.000025}$$

Sehingga di dapat Rn = 10800 > 4000

Aliran bersifat turbulen, menggunakan rumus *Friction Loss* :

Diameter Pipa = 0.09 m

Formula :

Koef. *Friction Loss (f)* = 0.02 + 0.0005/D

= 0.02

Pipe Lenght (L) = 2 meter

<u>Major Losses (Hl3)</u>

$$Hf = \frac{f\ x\ L\ x\ V^2}{D\ x\ 2g}$$

$$Hf = \frac{0.02\ x\ 2\ x\ 0.000025^2}{0.09\ x\ 2x9.8}$$

❖ Jadi Hl1 = 1.417 x 10^{-11} m

- **Minor Losses (Hl4)**

Tabel 4.27 Aksesoris Pipa *Suction Centrifugal Pump* (2)

No	Type	n	k	n x k
1	Elbow 90^0	2	1.129	2.26
2	Butterfly valve	0	0.16	0
3	SDNRV	1	1.23	1.23
	Total			3.49

Minor Losses = (K Total x v^2) / (2g)

= (3.49 x 3^2)/(2 x 9.8)

= 1.6 m

❖ Jadi Hl3 = 1.6 m

❖ Total head loss = hl1 + hl2 + hl3 + hl4

= 2.125 x 10^{-11} +2.7+1.417 x 10^{-11}+1.6

= 3.3 m

Total head (Htot) = Hs + Hp + Hv + Hloss

= 1.1 + 0 +0 + 3.3

= 4.4 m

❖ Dari data perhitungan diatas maka dapat diresume sbb :

Q = 0.0179 m^3/s atau 10.74 l/min atau 64.44 m^3/h

Head / *Pressure* = 4.4 m head atau 44 bar

Maka dipilih Pompa Centrifugal :

Merk = Sili Pump

Type = Centrifugal Pump – 100CLZ-17A

Qmax = 72 m^3/h

Hmax = 18 m

Pmax = 7.5 kW

Shanghai SILI Pump Manufacture Co., Ltd

---Maritime pump specialist in China

Pump Specification(50Hz/380V/3phase, 2900rpm, 2 poles motor)

39	80CLZ-5.5A	40	30 - 45	58	49 - 61	5.5	4.5	15	Y160M2-2H	266
40	80CLZ-5	60	45 - 68	80	68 - 83	11.5	4.5	30	Y200L1-2H	511
41	80CLZ-5A	60	45 - 68	70	59 - 73	22.5	4.5	30	Y200L1-2H	509
42	80CLZ-5B	50	37 - 57	80	68 - 83	21.5	4.5	30	Y200L1-2H	508
43	80CLZ-5C	50	37 - 57	70	59 - 73	21.8	4.5	22	Y180M-2H	507
44	80CLZ-3	50	37 - 57	120	102 - 124	16.5	4.5	45	Y225M-2H	677
45	80CLZ-3A	45	33 - 51	110	93 - 115	34	4.5	37	Y200L2-2H	675
46	100CLZ-17	80	60 - 88	20	17 - 21	28	4.5	11	Y160M1-2H	193
47	100CLZ-17A	72	54 - 80	18	15 - 19	8.1	4.5	7.5	Y132S2-2H	191
48	100CLZ-12	80	60 - 88	32	27 - 34	5.6	4.8	15	Y160M2-2H	384
49	100CLZ-12A	72	54 - 80	28	23 - 30	11.2	4.8	11	Y160M1-2H	382
50	100CLZ-8	80	60 - 88	50	42 - 53	8.3	4.8	22	Y180M-2H	456

c. Perhitungan Kebutuhan Water Cooler

Perhitungan dilakukan dengan menentukan kebutuhan *cooler* dimana hal ini adalah *fresh water* yang akan di tempatkan pada tangki 3CP, dimana jumlah kebutuhan adalah kebutuhan air / fresh water ini dalam minimal 2 m^3 sesuai kebutuhan area pendinginan dari perhitungan sebelumnya. Sehingga diambil 3 m^3

4.4 Perhitungan Ekonomis / Biaya

4.4.1 Perhitungan Biaya Pekerjaan

Perhitungan biaya pekerjaan di rencanakan dan dialokasikan waktu dan jumlah personil / pekerja yang dibutuhkan sbb :

Alokasi Waktu = 2 bulan atau 60 hari

Tabel 4.29 Kebutuhan Pekerja dan Biaya

No	Pekerja	Gaji(Rp)/hari	Jmlh Pekerja	Total u/ 60 hari
1	Kepala Kerja	100.000,00	1	6.000.000,00
2	Fitter	80.000,00	3	14.400.000,00
3	Welder	80.000,00	3	14.400.000,00
4	Helper	50.000,00	3	9.000.000,00
	Grand Total		10	43.800.000,00

4.4.2 Perhitungan Material dan Total Keseluruhan

Perhitungan material meliputi perhitungan material pipa, aksesoris dan *equipment* / unit mesin.

Tabel 4.30 Biaya material dan mesin

No	Material	Harga(USD)/Pcs	Jmlh	Total (USD)
1	Uraca Pump P5-80	10000	1	10000
2	Lohrens Motor	8000	1	8000
	Electric 950 kW			
3	Tube Cooler	1500	1	1500
	Aalborg MX10			
4	Centrifugal Pump	1000	1	1000
	Sili CLZ100-17A			
5	Electric Control	400	9	3600
	Valve 5000 psi			
6	Pressure Control	120	9	1080
	Valve std 5000 Psi			
7	Pressure Relief	120	9	1080
	Valve std 5000 Psi			
8	Manifold Blok Bar	500	2	1000
	1 In, 9 output			
9	Marine Plate	280	3	840
	12mm thk 4x8 ft			
10	Pipa Seamles 6m			
	½”sch 80	50	5	250
	1”sch 80	78	5	390

	1¼ “sch 80	98	5	490
	1½” sch 80	130	5	650
	2½” sch 160s	350	5	1750
	3½” sch 40	315	3	945
11	Aksesoris Pipa	1000	1	1000
	dll			
	Grand Total US Dollar		US	33.575,00
	Rupiah Nilai Tukar Rp.10.000,00		Rp	335.750.000,00

Sehingga biaya total keseluruhan :

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)
1	Pekerjaan Instalasi	43.800.000,00
2	Material dan Equipment	335.750.000,00
3	Consultan dan Supervisi (10%)	37.955.000,00
4	Administrasi dan Pajak (15%)	56.932.500,00
	Grand Total	**474.437.500,00**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari Analisa, Desain dan Perhitungan System yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan untuk Tugas Akhir ini yaitu :

1. Perencanaan Desain dan Analisa Perhitungan meliputi :

- Kebutuhan Operasional atau Performa Unit sesuai dengan kebutuhan Operasional Offshore Blok Delta Mahakam
- Desain System : Blok Diagram, P&ID Diagram sesuai dengan Lampiran Gambar.
- Perhitungan System meliputi :
  a. Perhitungan penyesuaian Performa unit
  b. Perhitungan penyesuaian RPM
  c. Perhitungan diameter dan ketebalan
  d. Perhitungan dan pemilihan komponen / equipment Utama

Hasil Perhitungan Equipment Utama

No	Unit	Spec.
1	Main Hydraulic Pump	
	Merk : Uraca	P : 950 kW
	Type : Plunger Pump – P5 80	Q : 1204 l/min
		H : 450 bar
2	Electric Motor	
	Merk : Loher Motors	P : 950 kW
	Type : IP5 8 Pole 50 Hz 450 Frame	Eff. : 0.92
3	Reservoir Tank	4 m^3
4	Cooler	
	Merk : Aalborg – Vesta MX	P : Up 10 kW

	Type : MX 10 - Tube	
5	Centrifug. Cooler Pump	
	Merk : SILI - Pump	P : 7.5 kW
	Type : 100CLZ – 17A	Q : 72 m^3/h
		H : 18 m
6	Hydraulic Oil	
	Merk : Mobile Exxon	Cst40^o : 32
	Type : Mobile EAL 32	Cst100^o : 7
7	Media Cooler - freshwater	3 m^3

2. Design Layout dan Detail Gambar mengacu pada General Arrangment Stimulation Vessel – SSB dimana equipment utama, Power pack unit di install pada lokasi Compartemen diatas double bottom, pada compartment 2CP atau antara frame 6 s/d frame 9. Sedangkan Unit Blender Pack (High rate blender) di install pada lokasi di Main deck, diantara frame 19 s/d frame 23.

3. Perhitungan biaya instalasi secara sederhana diperoleh hasil biaya sebesar Rp. 474.437.500,00

5.2 SARAN

Dalam Tugas akhir ini masih memerlukan beberapa pengujian effiesiensi perhitungan, khususnya perhitungan losses, kebutuhan spesifikasi equipment dan perhitungan stabilitas daya atau pengaturan pembagian/operasional daya – power dari generator utama. Sehingga untuk kedepannya jika Tugas Akhir ini dijadikan acuan diharapkan agar mempertimbangkan aspek tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

TDI's *Bulletins Volume 1* . 2015. *Hydraulic Power Unit. Issued 2.* United State : TDI

PT. Halliburton World. 2005. Doc.101380780 - Halliburton *Technical Specification*. United State : *Production Enhancement*

PT. Halliburton Indonesia. 2006. Stimulation vessel – SSB. United States.

PT. Total E & P Indonesia. 2015. DOS HRWP PK-J9. Jakarta : Total Service

Sularso, dan Tahara.h. 1985. Pompa dan Kompresor. Jakarta : Airlangga.

F.Brater, Ernes. 1996. *Handbook of Hydraulic*. United State : Mc. Graw Hill Company.

Tim Lab.Mesflu. 2011. Modul Praktikum Mesin Fluida – Pnumatis dan Hidrolis revisi 1. Surabaya : ITS

Pipe Flow Expert Educational. 2016. *Pump Curve* 12x12

Gorman Comp. 2012. *Catalog Gorman Rupp Pump* 10x12

ASME. 2012. ASME B.31 – *Pressure Piping*. United State : IHS

Exxon Mobile. *Oil Hydraulic* EAL 32. http://www.exxonmobile.com/html. [diakses 20 juni 2016]

Uraca Pump Ltd. 2015. *Catalog Plunger Pump* P5 – 80

Lehers Motor Ltd. 2015. *Catalog* IP5 8 Pole 50 Hz 450

Aalborg Comp. 2015. *Catalog Tube Cooler* Vesta MX

SILI Comp. 2015. *Catalog* SILI Pump. Shanghai

Price List Equipment. http://www.alibaba.com/.html [diakses 10 juli 2016]

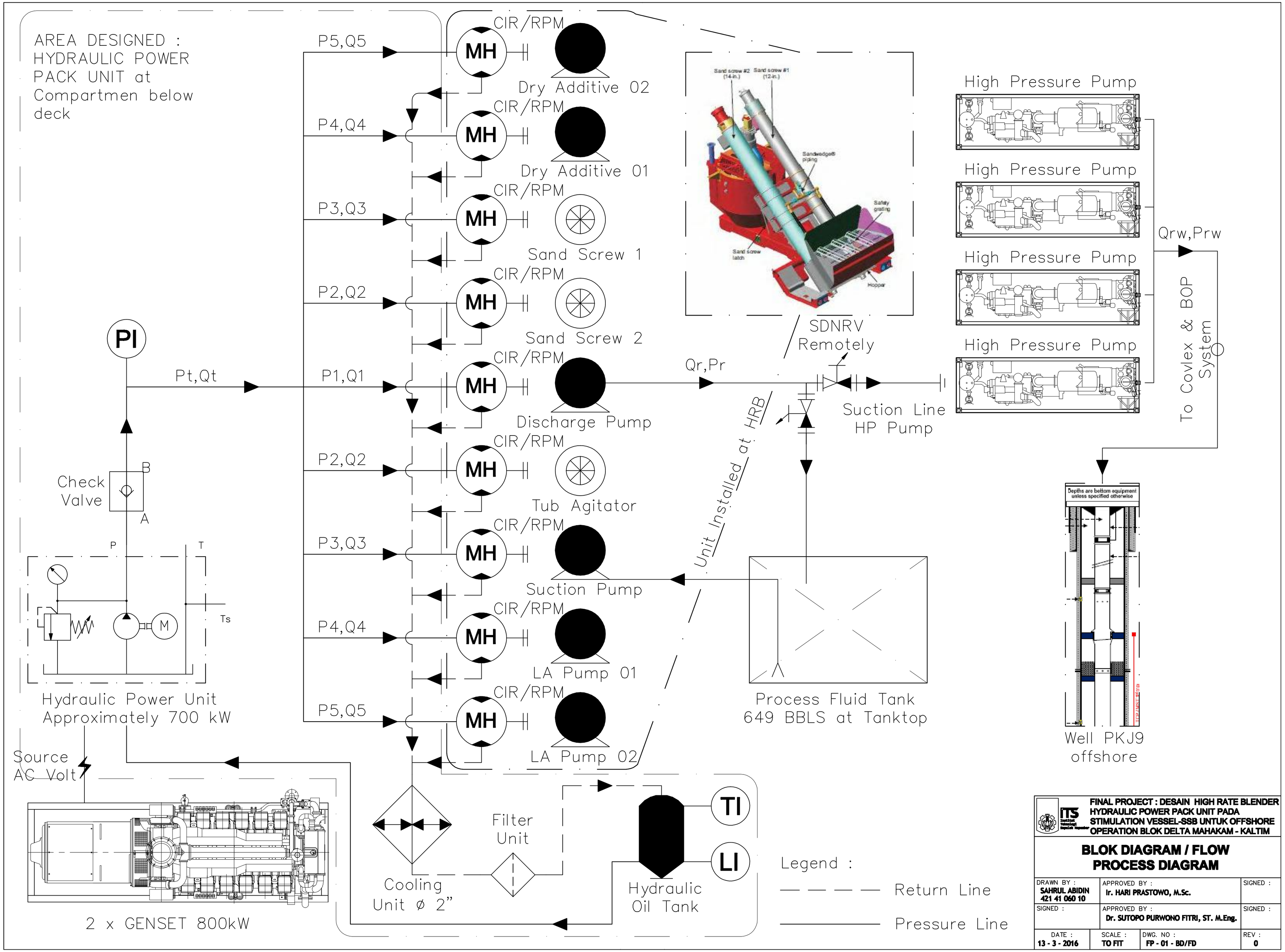
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS

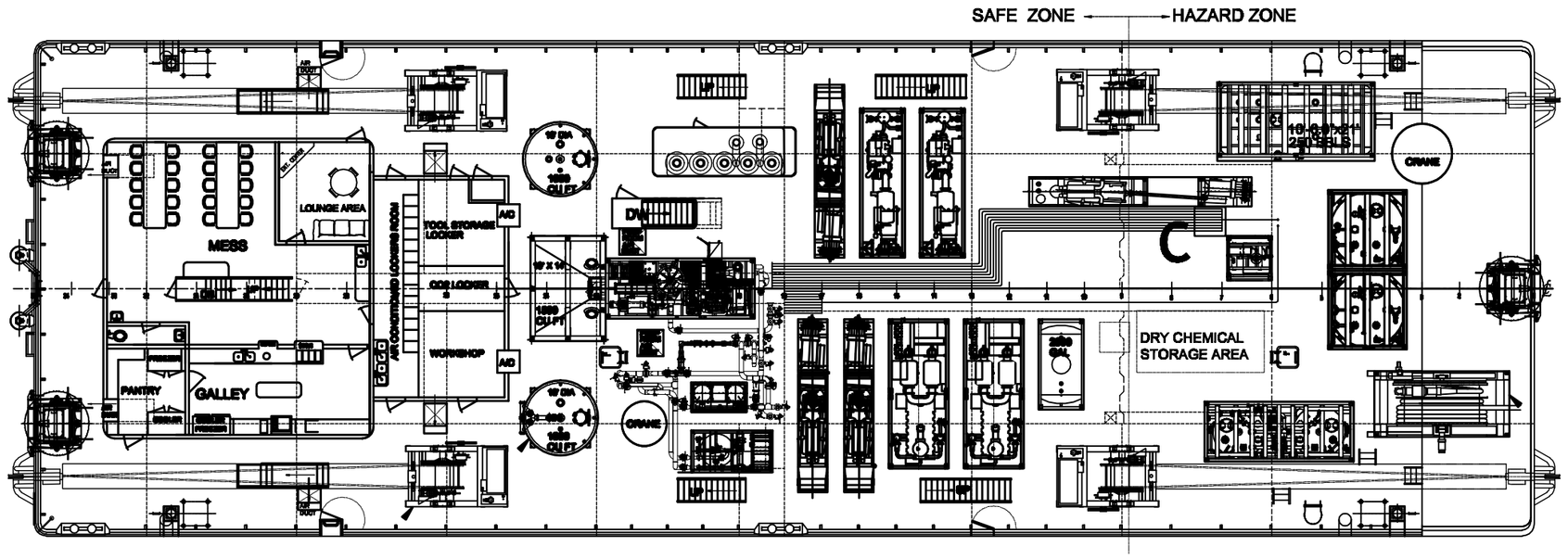
Penulis dilahirkan di Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur pada tanggal 23 Mei 1989. Merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Alumni SDN 1 Patihan Wetan, SMP N 1 PO, ,STM N Jenangan dan Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Setelah itu penulis melanjutkan studi Strata 1 di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS melalui jalur penerimaan Lintas Jalur dan mengambil konsentrasi bidang keahlian *Marine Machinery and System* (MMS). Selama perkuliahan penulis juga aktif sebagai member di Laboratorium *Marine Machinery and System*. Selain itu penulis juga pernah melakukan kerja praktek di PT. Halliburton Indonesia sebagai *Asistant Coordinator Service Supervisor*.

e- mail: sahrulholmes@gmail.com

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

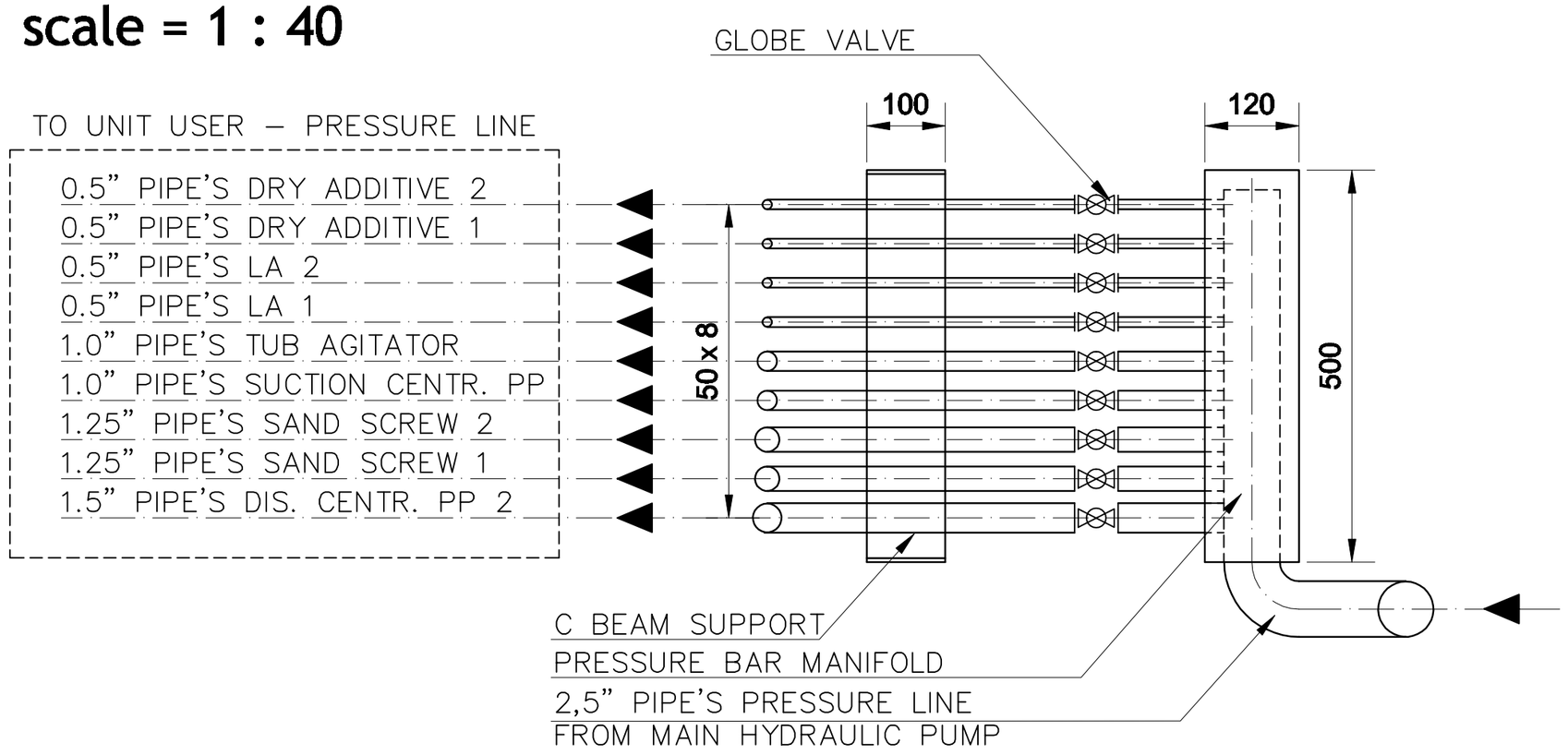

AREA DESIGNED : HYDRAULIC POWER PACK UNIT at Compartmen below deck
P5,Q5
P4,Q4
P3,Q3
P2,Q2
P1,Q1
P2,Q2
P3,Q3
P4,Q4
P5,Q5
CIR/RPM
MH
Dry Additive 02
Dry Additive 01
Sand Screw 1
Sand Screw 2
Discharge Pump
Tub Agitator
Suction Pump
LA Pump 01
LA Pump 02
PI
Pt,Qt
Check Valve
A
B
P
T
Ts
M
Hydraulic Power Unit Approximately 700 kW
Source AC Volt
2 x GENSET 800kW
Cooling Unit ø 2"
Filter Unit
Hydraulic Oil Tank
TI
LI
Qr,Pr
SDNRV Remotely
Suction Line HP Pump
Unit Installed at HRB
Process Fluid Tank 649 BBLS at Tanktop
High Pressure Pump
High Pressure Pump
High Pressure Pump
High Pressure Pump
Qrw,Prw
To Covlex & BOP System
Depths are bottom equipment unless specified otherwise
Well PKJ9 offshore
Legend :
Return Line
Pressure Line
FINAL PROJECT : DESAIN HIGH RATE BLENDER HYDRAULIC POWER PACK UNIT PADA STIMULATION VESSEL-SSB UNTUK OFFSHORE OPERATION BLOK DELTA MAHAKAM - KALTIM
BLOK DIAGRAM / FLOW PROCESS DIAGRAM
DRAWN BY : SAHRUL ABIDIN 421 41 060 10
APPROVED BY : Ir. HARI PRASTOWO, M.Sc.
SIGNED :
SIGNED :
APPROVED BY : Dr. SUTOPO PURWONO FITRI, ST. M.Eng.
SIGNED :
DATE : 13 - 3 - 2016
SCALE : TO FIT
DWG. NO : FP - 01 - BD/FD
REV : 0

MAIN DECK

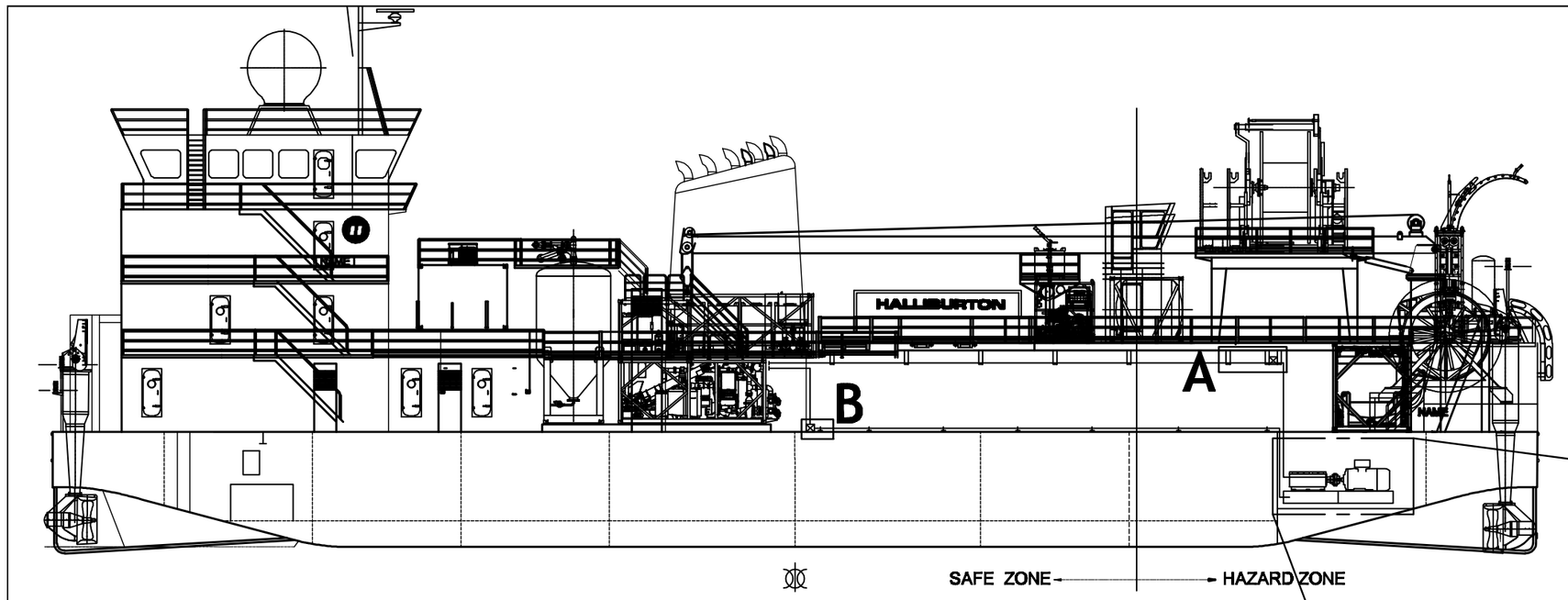


DETAIL POWER PACK TOP VIEW
scale = 1: 40

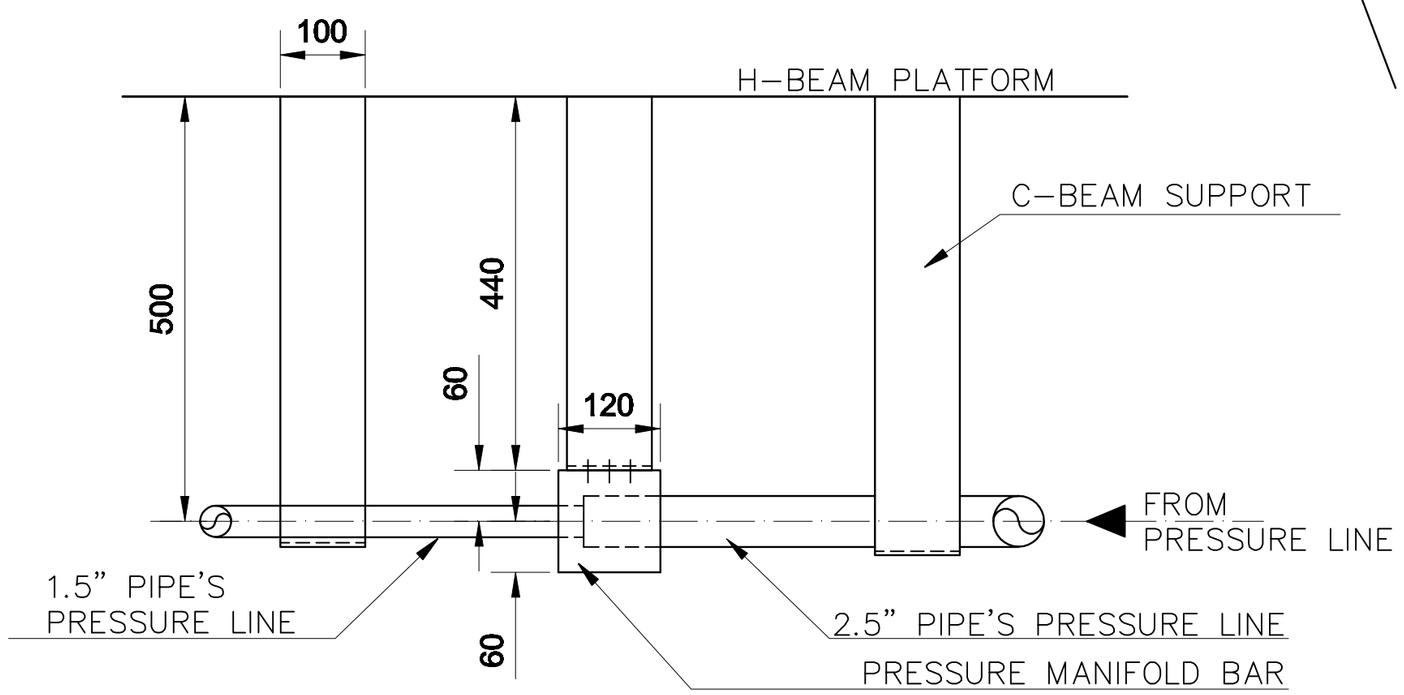
DETAIL - C
scale = 1 : 40



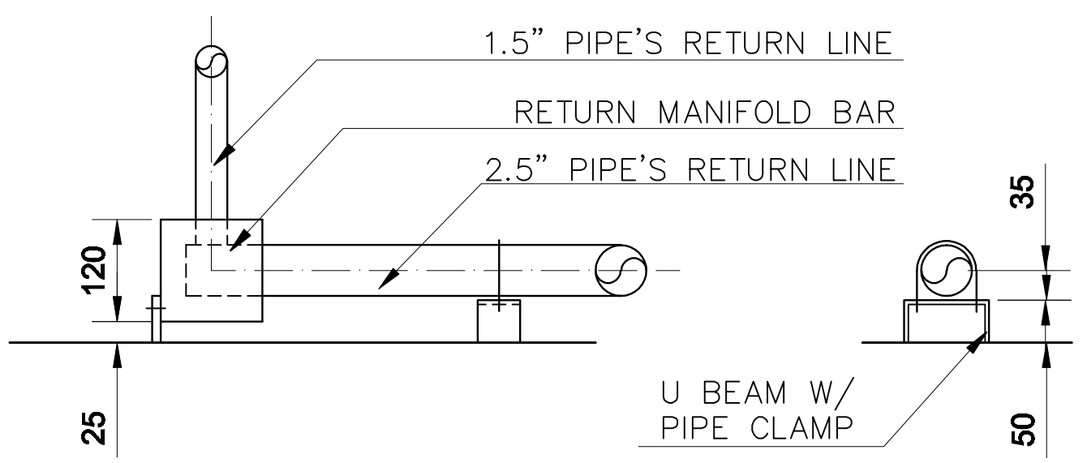
ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember	FINAL PROJECT : DESAIN HIGH RATE BLENDER HYDRAULIC POWER PACK UNIT PADA STIMULATION VESSEL-SSB UNTUK OFFSHORE OPERATION BLOK DELTA MAHAKAM - KALTIM		
DETAIL POWER PACK - TOP VIEW			
DRAWN BY : SAHRUL ABIDIN 421 41 060 10	APPROVED BY : Ir. HARI PRASTOWO, M.Sc.		SIGNED :
SIGNED :	APPROVED BY : Dr. SUTOPO PURWONO FITRI, ST. M.Eng.		SIGNED :
DATE : JULY 2016	SCALE : 1 : 40	DWG. NO : FP - 03 - DP	REV : 0



SIDE VIEW - PROFILE PLAN

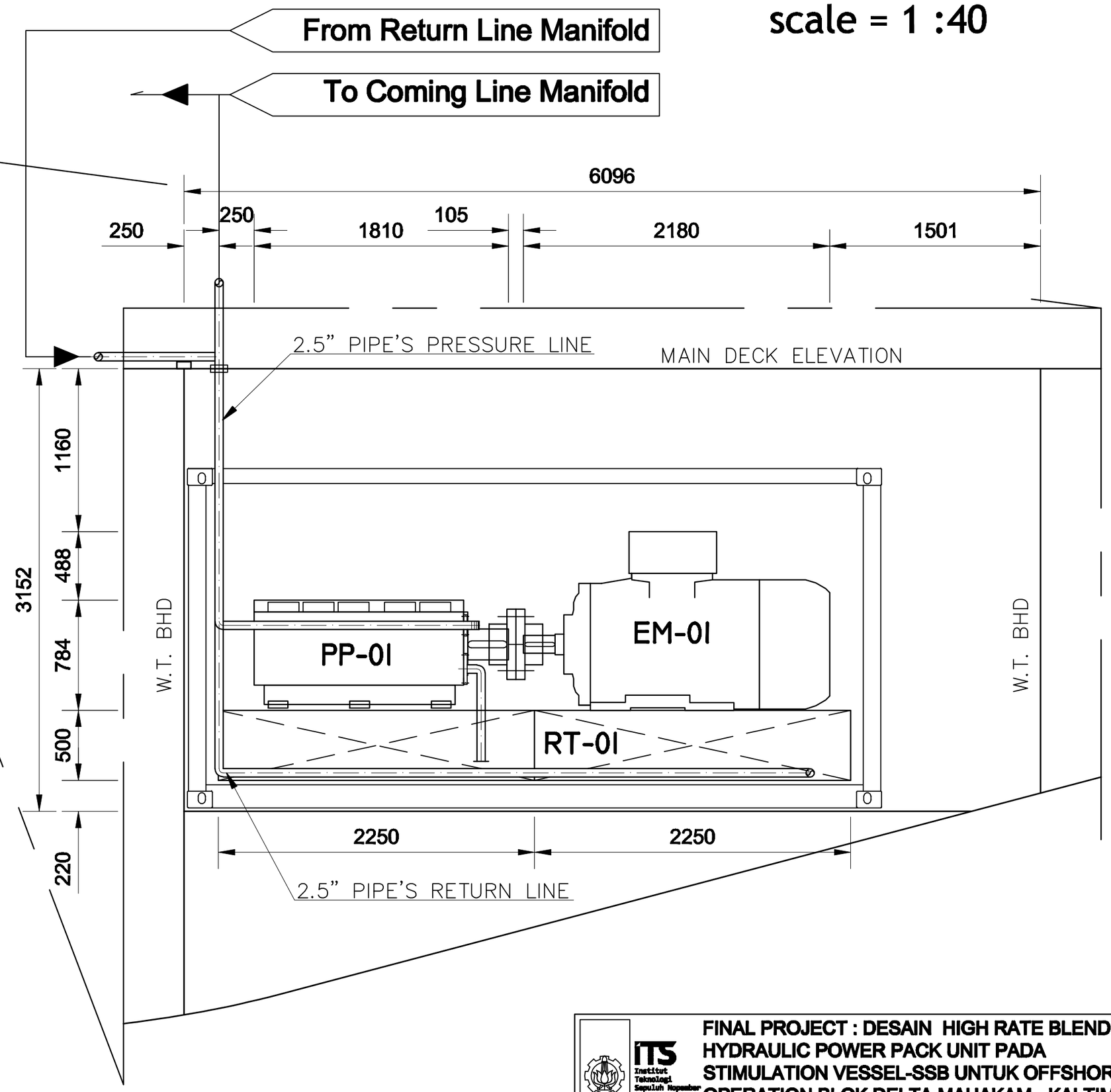


DETAIL A

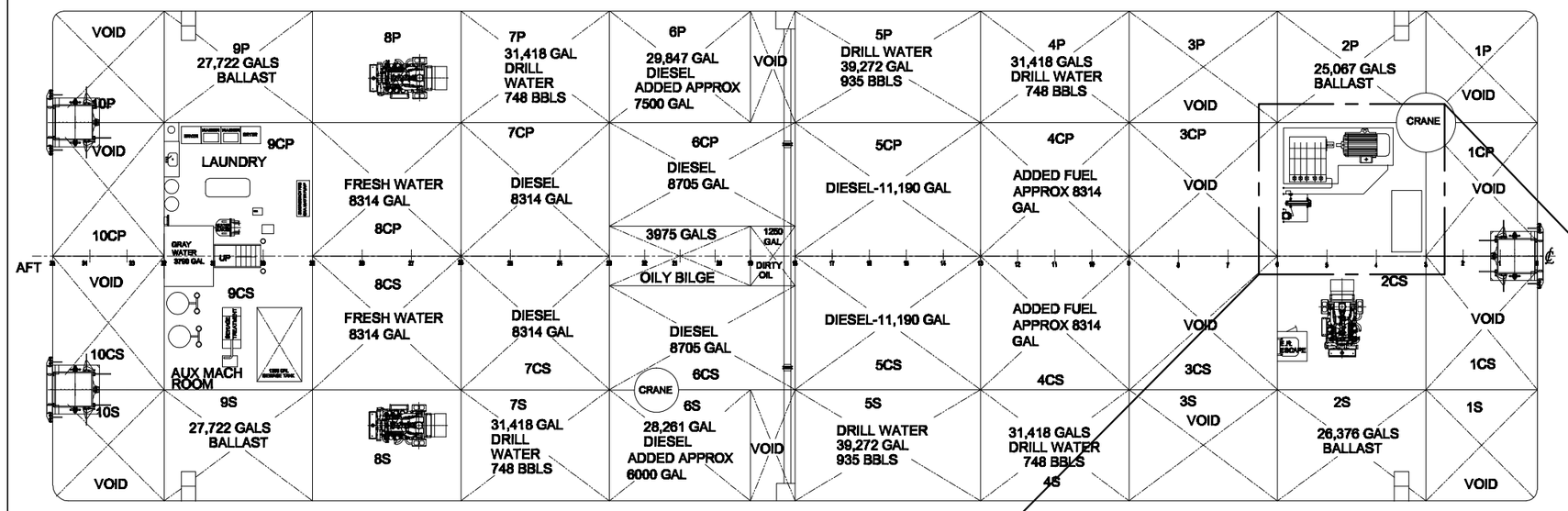


DETAIL B

DETAIL POWER PACK
SIDE VIEW
scale = 1 :40



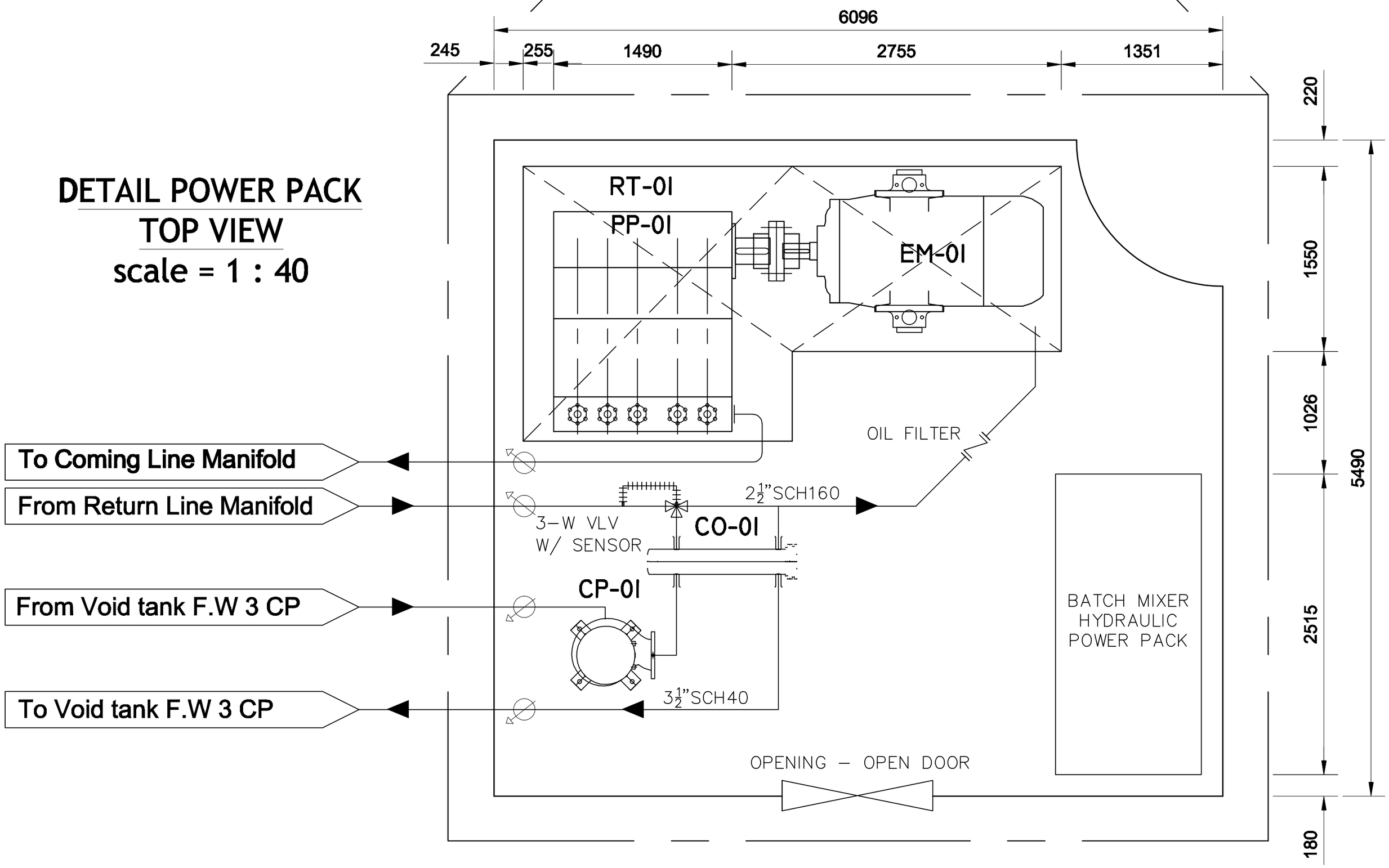
ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember	FINAL PROJECT : DESAIN HIGH RATE BLENDER HYDRAULIC POWER PACK UNIT PADA STIMULATION VESSEL-SSB UNTUK OFFSHORE OPERATION BLOK DELTA MAHAKAM - KALTIM		
DETAIL POWER PACK - SIDE VIEW			
DRAWN BY : SAHRUL ABIDIN 421 41 060 10	APPROVED BY : Ir. HARI PRASTOWO, M.Sc.		SIGNED :
SIGNED :	APPROVED BY : Dr. SUTOPO PURWONO FITRI, ST. M.Eng.		SIGNED :
DATE : JULY 2016	SCALE : 1 : 40	DWG. NO : FP - 02 - DP	REV : 0



DOUBLE BOTTOM TANK PLAN

CODE	EQUIPMENT	QTY	SPEC.
EM–01	ELECTRIC MOTOR	1	Pmax : 950 kW ; eff : 0.92
PP–01	PLUNGER PUMP	1	Cap. : 1204 l/min ; H : 450bar
CO–01	TUB COOLER	1	Cap. : Up 10 kW
CP–01	COOLING PUMP	1	Cap. : 72 m^3/h ; H : 18 m
RT–01	RESERVOIR TANK	1	Cap. : 4 m^3

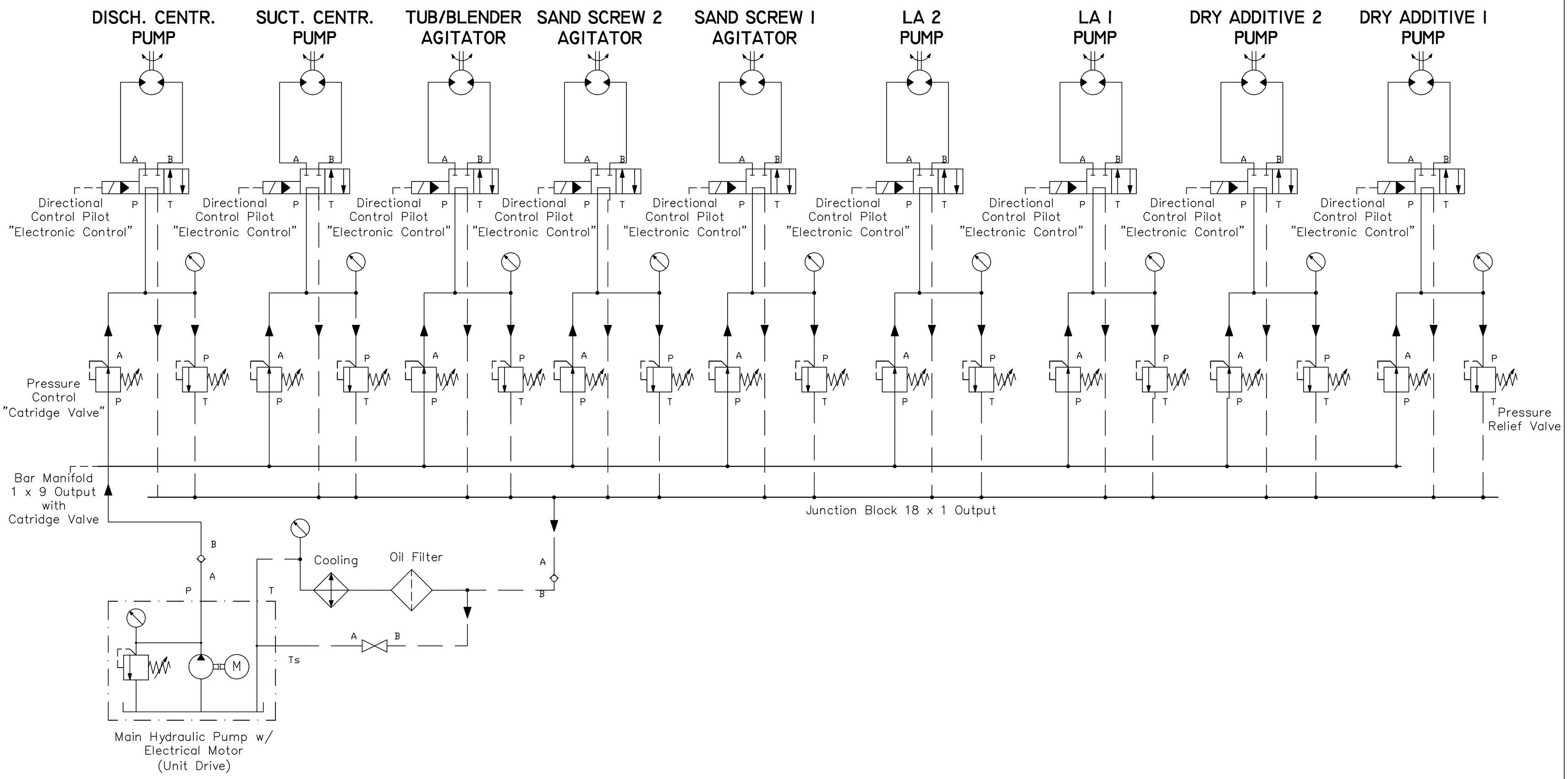
DETAIL POWER PACK
TOP VIEW
scale = 1 : 40



FINAL PROJECT : DESAIN HIGH RATE BLENDER HYDRAULIC POWER PACK UNIT PADA STIMULATION VESSEL-SSB UNTUK OFFSHORE OPERATION BLOK DELTA MAHAKAM - KALTIM

DETAIL POWER PACK - TOP VIEW

DRAWN BY : SAHRUL ABIDIN 421 41 060 10	APPROVED BY : Ir. HARI PRASTOWO, M.Sc.		SIGNED :
SIGNED :	APPROVED BY : Dr. SUTOPO PURWONO FITRI, ST. M.Eng.		SIGNED :
DATE : JULY 2016	SCALE : 1 : 40	DWG. NO : FP - 01 - DP	REV : 0



Legend :

— — — — — — Return Line

———————— Pressure Line

ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember	FINAL PROJECT : DESAIN HIGH RATE BLENDER HYDRAULIC POWER PACK UNIT PADA STIMULATION VESSEL-SSB UNTUK OFFSHORE OPERATION BLOK DELTA MAHAKAM - KALTIM		
	P&ID POWER PACK UNIT TYPE 1		
DRAWN BY : SAHRUL ABIDIN 421 41 060 10	APPROVED BY : Ir. HARI PRASTOWO, M.Sc.		SIGNED :
SIGNED :	APPROVED BY : Dr. SUTOPO PURWONO FITRI, ST. M.Eng.		SIGNED :
DATE : 15 - 4 - 2016	SCALE : TO FIT	DWG. NO : FP - 02 - PID	REV : 0